

Aus der Klinik für Kleintierchirurgie
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
(Prof. Dr. P .M. Montavon)

Arbeit unter der Leitung von Dr. med. vet. Diplomate ECVS D. Koch

Vergleichende Untersuchungen am oberen Respirationstrakt bei Norwich Terriern,
brachycephalen Hunden und mesocephalen Hunden

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich

vorgelegt von

MARISA ROSASPINA

Tierärztin
von Sattel (SZ)

genehmigt auf Antrag von

Prof. P .M. Montavon, Referent
Prof. H. Geyer, Koreferent

Zürich 2005

Inhaltsverzeichnis:

ZUSAMMENFASSUNG	4
SUMMARY	5
1 EINLEITUNG	6
2 LITERATURÜBERSICHT	7
2.1 Der Norwich Terrier	7
2.1.1 Geschichte	7
2.1.2 Rasseportrait	8
2.1.3 Prädispositionen	11
2.2 Obere Atemwege	13
2.2.1 Anatomie der oberen Atemwege	13
2.3 Brachycephales Syndrom	17
2.3.1 Allgemeines	17
2.3.2 Pathophysiologie	21
2.3.3 Klinik und Diagnose	25
2.3.4 Therapiemöglichkeiten	27
2.3.4.1 Stenotische Nasenlöcher	28
2.3.4.2 Vergrößerte Tonsillen	29
2.3.4.3 Verlängertes Gaumensegel	29
2.3.4.4 Evertierte Larynxtaschen	31
2.3.4.5 Kollaps des Larynx	31
2.3.4.6 Tracheahypoplasie	31
2.4 Andere wichtige Erkrankungen der oberen Atemwege	33
2.5 Fragestellung/Hypothese	34
3 MATERIAL UND METHODE	36
3.1 Tiere	36
3.2 Methodik	36
3.2.1 Anamnese und klinischer Untersuch	36
3.2.2 Laryngoskopie	37
3.2.3 Rhinomanometrie	37
3.2.4 Fotografie des Nasenspiegels	40
3.2.5 Röntgen	40
3.3 Statistik	42

4	RESULTATE	44
4.1	Anamnese und klinischer Untersuch	44
4.2	Laryngoskopie	44
4.3	Rhinomanometrie	45
4.4	Nasenspiegel	46
4.5	Röntgenbilder	46
4.5.1	Schädelindex nach Balli (2004)	46
4.5.2	Schädelindex nach Evans (1993)	47
4.5.3	Kraniofazialer Winkel nach Regodon et al. (1993)	48
4.5.4	TD/TI nach Orsher (1993)	49
5	DISKUSSION	50
5.1	Disskusion der Methodik	50
5.2	Resultate	52
5.3	Schlussfolgerungen	56
6	LITERATURVERZEICHNIS	59
7	DANKSAGUNG	63

Zusammenfassung

Der Norwich Terrier gehört zu einer Hunderasse, die vom Aussehen her nicht dem Bild eines brachycephalen Hundes entspricht. Dennoch ist anekdotisch von Norwich Terriern bekannt, dass sie unter Problemen im oberen Respirationsapparat leiden, wobei sie ähnliche klinische Symptome zeigen, wie brachycephale Hunde mit dem brachycephalen Syndrom.

Das Ziel dieser Arbeit war es, anhand verschiedener Untersuchungen (Laryngoskopie, Rhinomanometrie, Ausmessen der Nase, Röntgen von Schädel und Thorax) zu zeigen, inwiefern die Atemwegsprobleme der Norwich Terrier und das brachycephale Syndrom bei brachycephalen Hunden Ähnlichkeiten aufweisen und ob der Norwich Terrier neu als brachycephale Rasse einzustufen ist.

Die Untersuchungen am oberen Respirationstrakt von 23 Norwich Terriern, acht Beagle und acht brachycephalen Hunden dienten dem Vergleich der Werte von mesocephalen und brachycephalen Hunden und Norwich Terriern. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten, dass die Norwich Terrier zwar keine verkürzte Kopfform aufweisen wie brachycephale Hunde, dass aber die klinischen Symptome ähnlich sind. Die Norwich Terrier zeigten mehrheitlich enge Nasenlöcher, verlängerte Gaumensegel, vergrößerte Tonsillen und erhöhte Widerstände in den Nasengängen.

Bei den Untersuchungsmethoden erwiesen sich die Auswertung der Schädelröntgen mit den verschiedenen Indizes als sehr aufwändig, aber nicht zuverlässig für die Einteilung in brachycephal/nichtbrachycephal. Die geeigneten Parameter zur Einteilung der Hunde in brachycephal und nichtbrachycephal waren die Ausmessung des Nasenspiegels, die Laryngoskopie (vor allem die Gaumensegelverlängerung) und die Rhinomanometrie. Diese Werte erwiesen sich als zuverlässig und auch als gut evaluierbar.

Die Untersuchungen zeigten, dass Norwich Terrier die gleichen Probleme der Atemwege wie brachycephale Hunde zeigen, woraus geschlossen werden konnte, dass das brachycephale Syndrom nicht nur bei brachycephalen Hunden vorkommt. Man darf daraus schliessen, dass das brachycephale Syndrom eigentlich neu als oberes Respirationstrakt-Widerstands-Syndrom, upper respiratory tract resistance syndrom (URTRS), benannt werden sollte.

Summary

The Norwich Terrier belongs to a breed, which classically is not catalogized as brachycephalic. However, anectotically, it is known, that the Norwich Terrier suffer from problems of the upper respiratory tract, whereby they show similar signs as the brachycephalic dogs with brachycephalic syndrome.

In the present study, the aims were to demonstrate the similarities between the respiratory problems of the Norwich Terrier and the brachycephalic syndrome, using different methods such as laryngoscopy, rhinomanometry, measurements of the nostrils, radiographs of the skull and the thorax, and to answer the question, whether the Norwich Terrier would have to be classified as a brachycephalic breed.

The investigations were made on the upper respiratory tract of 23 Norwich Terrier, 8 Beagle – which belong to the mesocephalic breed - and 8 brachycephalic dogs. Based on the anatomical measurements on the radiograph, our results showed that the Norwich Terrier has not a shortened skull and can not be classified into a brachycephalic breed. However, the clinical parameters led to the conclusion, that the breed suffers from the brachycephalic syndrome. Most of the Norwich Terriers showed stenotic nares, elongated soft palates, enlarged tonsils and increased nasal resistance during inhalation.

Interpretation of the skull radiographs did not represent the clinical presentation. The method was difficult to perform and therefore time-consuming and the results were not reliable. In the present study we could demonstrate, that the assessment of the nostrils and the laryngoscopy to visualize the soft palate and the rhinomanometry are the methods of choice to distinguish healthy dogs from those suffering from the brachycephalic syndrome. Especially rhinomanometry is very reliable and will therefore enhance further studies concerning the brachycephalic syndrome and in this regard breeding purposes.

The investigations showed, that Norwich Terrier have the same problems of the upper respiratory tract as the brachycephalic dogs. In conclusion, we could show that the brachycephalic syndrome appears not only in brachycephalic dogs. The syndrome should therefore be renamed to upper respiratory tract resistance syndrome (URTRS).

1 Einleitung

Norwich Terrier gehören zu einer Rasse, von denen anekdotisch bekannt ist, dass sie mit Problemen der oberen Atemwege zu kämpfen haben. Dabei zeigen die Hunde ein ähnliches klinisches Bild wie brachycephale Hunde, die am brachycephalen Syndrom leiden, obwohl die Norwich Terrier eigentlich nicht dem gängigen Bild einer brachycephalen Rasse entsprechen. Typische brachycephale Rassen sind Pekingesen, Chihuahuas, Bulldoggen, King Charles Spaniel, Shi Tzu und andere. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Kopfform dieser Rassen, die zwar eine normale Breite aufweist, dafür aber stark in der Länge reduziert ist (Evans, 1993). Die Folge ist eine Stenose der oberen Atemwege. Betroffene brachycephale Hunde zeigen inspiratorische Dyspnoe, die mit Anstrengung und Hitze schlimmer werden kann (Orsher, 1993). Die Klinik des brachycephalen Syndroms zeigt sich in z.T. schweren Anfällen von Atemnot, die sogar zu Zyanose und Kollaps führen können. Die Hunde sind stress-, hitze- und leistungsintolerant und weisen oft inspiratorischen Stridor auf (Wykes, 1991). Die typischen klinischen Erscheinungen sind stenotische Nasenlöcher, vergrößerte Tonsillen, ein verlängertes Gaumensegel, evertierte Larynxtaschen, eine verengte Stimmritze, Kollaps des Larynx und Stenose der Trachea (Aron und Crowe, 1985). Meistens sind mehrere Abnormalitäten vorhanden, selten nur eine einzelne, wobei das verlängerte Gaumensegel am häufigsten auftritt (Wykes, 1991).

Anhand der Vorgeschichte und verschiedener Untersuchungsmethoden, wie Schädel- und Thoraxröntgen, Laryngoskopie, Endoskopie der Trachea und Rhinomanometrie wurden verschiedene Parameter von 23 Norwich Terriern untersucht und mit den Ergebnissen von mesocephalen und brachycephalen Hunden verglichen.

Ziel der Untersuchungen war es abzuklären, inwiefern die Atemwegsprobleme der Norwich Terrier und das brachycephale Syndrom bei brachycephalen Hunden Ähnlichkeiten aufweisen und ob der Norwich Terrier neu als brachycephale Rasse einzustufen ist.

2 Literaturübersicht

2.1 Der Norwich Terrier

2.1.1 Geschichte

Gemäss Räber (1995) gehörten Norwich und Norfolk Terrier früher der selben Rasse an. Die beiden Rassen wurden erst 1964 getrennt, bis dahin galt für beide Rassen der gleiche Standard, es wurde nur zwischen den beiden Varianten „Stehohr“ und „Kippohr“ unterschieden. Der Norwich Terrier stammt aus dem Osten Englands. Er ging im Mittelalter aus kleinen, roten Terriern hervor, die meistens von Zigeunern und fliegenden Händlern gehalten wurden, ebenso wie von Bauern, da sie als gute Mäuse- und Rattenfänger galten. Ein zweiter Ursprungsort war der Süden Irlands, wo ein Colonel Vaughan kleine, rote Terrier züchtete, die er für die Fuchsjagd brauchte.

Den Grundstein dieser Rasse bildeten der Rüde „Rags“ aus Cambridge und die Hündin „Ninety“. „Rags“ war ein kleiner, roter Terrier mit einem harten und dichten Fell, das er zuverlässig an seine Nachkommen vererbte. „Ninety“ war eine weisse Hündin, die wahrscheinlich das Ergebnis einer Kreuzung einer Dandie-Dimont-Hündin und einem Glatthaar-Foxterrier-Rüden war. Eine Tochter dieses Paares kam 1906 zu Jack Read in Norwich. Seine Zuchtversuche mit dieser Hündin wurden jedoch durch den ersten Weltkrieg wieder zunichte gemacht. Nach dem ersten Weltkrieg züchtete Jack Read erneut und kreuzte dabei verschiedene Hunderassen ein. Mit einer Mischlingshündin (Bedlington-, Staffordshire- und Irish-Terrier), die „Rags“ in ihrer Ahnenreihe hatte und mit einem kleinen roten Terrier unbekannter Herkunft, setzte Jack Read den neuen Grundstein seiner Zucht.

Die Rasse wurde 1932 vom Kennel Club offiziell anerkannt und danach der Norwich Terrier Club gegründet. Danach begannen die ersten Versuche, die beiden Varianten Stehohr/Kippohr zu trennen. Der Kennel Club akzeptierte jedoch

erst im Jahr 1964 eine Trennung der Rasse in Norwich Terrier (Stehohren) und Norfolk Terrier (Kippohren).

In der Schweiz ist der Norwich Terrier erst seit 1952 heimisch, als die ersten beiden Terrier aus England importiert wurden.

2.1.2 Rasseportrait

Das folgende Rasseportrait entspricht den Angaben des FCI (Fédération cynologie internationale 1987), das auf dem Standard des English Kennel Club basiert.



Abbildung 1 und 2: Norwich Terrier, typische Vertreter seiner Rasse

Tabelle 1: Rassestandard des Norwich Terrier

Allgemein- erscheinung	kleiner, tiefgestellter, schneidiger Hund, kompakt und kräftig, mit kurzem Rücken, guter Substanz und starken Knochen. Narben, bei ehrlicher Arbeit erworben, sind ehrenhaft und sollten nicht übermässig bestraft werden.
Verhalten und Charakter	Einer der kleinsten Terrier. Liebenswürdige Veranlagung, nicht streitsüchtig, unglaublich aktiv, von robuster körperlicher Konstitution. Fröhlich und furchtlos.
Kopf	Oberkopf: Schädel leicht gewölbt, breit, gute Weite zwischen den Ohren. Stopp ausgeprägt.
Augen	Klein, oval, tief eingebettet, dunkel, ausdrucksvoll, intelligent und forsch.
Ohren	Aufgerichtet, weit voneinander auf dem Oberkopf angesetzt, mittelgross und spitz. Perfekt aufrecht, wenn sein Interesse geweckt ist, dürfen sie beim unaufmerksamen Hund zurückliegen.
Fang	Fang kräftig, keilförmig. Der Fang ist ca. ein Drittel kürzer als der Schädel, dieser gemessen vom Hinterhauptbein zum unteren Ansatz des Stopps. Lefzen gut geschlossen. Kiefer kräftig, Zähne stark und ziemlich gross; perfektes, regelmässiges Scherengebiss, wobei die oberen Schneidezahnreihe ohne Zwischenraum über die untere greift und die Zähne senkrecht im Kiefer stehen.
Hals	Kräftig und mit guter Länge, im Einklang mit korrekter, ausgeglichener Gesamterscheinung, dabei harmonisch in gut gelagerte Schultern übergehend.

Vorderhand	Vorderläufe kurz, kraftvoll und gerade. Ellenbogen gut am Körper an-liegend. Vordermittelfuss fest und aufrecht.
Körper	Rücken kompakt, kurz, Rückenlinie gerade , Lenden kurz, gute Brusttiefe, Rippenkorb lang, gut gewölbt.
Hinterhand	Breit kräftig und muskulös. Kniegelenke gut gewinkelt. Sprunggelenke tiefstehend, mit grosser Schubkraft.
Pfoten	Rund, gut gepolsterte Katzenpfoten. Im Stand und in der Bewegung absolut gerade nach vorne gerichtet.
Rute	Unkupierr: Rute von mässiger Länge, um dem Hund ein harmonisches Erscheinungsbild zu geben, dick am Ansatz, sich zur Spitze verjüngend, so gerade wie möglich, munter, aber doch nicht allzu „lustig“ getragen, so die gerade Rückenlinie perfekt vervollständigend.
Gangwerk	Vorderläufe sollten sich gerade nach vorne bewegen, Hinterläufe folgen deren Spur; Sprunggelenke parallel und sehr geschmeidig, damit die Ballen in der Bewegung sichtbar werden.
Haarkleid	Hart, drahtig und gerade, dicht am Körper anliegend, dickes Unterhaar. Am Hals ist das Haar rauer und länger und formt eine Mähne, welche das Gesicht einrahmt. Kurz und weich an Kopf und Ohren, mit Ausnahmen von sehr wenig Barthaar und wenig ausgeprägten Augenbrauen.
Farbe	Alle Farbschattierungen von rot, weizen, schwarz mit loh oder grizzle. Weisse Abzeichen oder Flecken sind unerwünscht.
Grösse	Ideale Schulterhöhe: 25-26cm (10 inches).
Anmerkung	Rüden müssen zwei fühlbar im Skrotum liegende normale Hoden aufweisen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass der American Kennel Club (AKC) einen eigenen Standard hat, der aber nur geringfügige Abweichungen vom FCI-Standard aufweist.

Der Norwich Terrier gilt als kleinster Arbeitsterrier. Er hat Stehohren und ein Gewicht zwischen 5-6 kg. Seine Lebenserwartung beträgt 12-14 Jahre.

2.1.3 Prädispositionen

Im März 2002 wurde vom „Norwich and Norfolk Terrier Club of America“ eine Umfrage unter den Norwich Terrier Züchtern aus Amerika, England, Schweiz, Niederlande, Schweden und Kanada in Auftrag gegeben (Slater, 2004).

Bei dieser Studie waren 251 Besitzer von insgesamt 1075 Norwich Terriern involviert.

Tabelle 2: Auszug aus den Umfrageergebnisse bei 251 Besitzern und 1057 erfassten Hunden von Norwich Terriern nach Slater (2004)

<i>Krankheit</i>	<i>Anzahl betroffene Hunde</i>
Respirationstrakterkrankungen	128
- COPD (chronic obstructive pulmonary disease)	5
- <i>verlängertes Gaumensegel</i>	66
- <i>Larynxparalyse</i>	10
- <i>Tracheakollaps</i>	23
- <i>evertierte Larynxtaschen</i>	16
- Lungenentzündung	7
- Pleurale Effusionen	1

Die häufigsten gesundheitlichen Probleme waren in dieser Studie verlängertes Gaumensegel (66), Arthritis (74), Cheyletiella-Milben (239), Flohallergien (109), Katarakt (113), fehlende Zähne (225), Epilepsie (106).

In einer weiteren Umfrage des Klubs für Terrier e.V. aus Deutschland wurden bei den Norwich Terrier Züchtern eine Erhebung speziell über die Atemwegsbelastungen beim Norwich Terrier durchgeführt (Maza, 2003).

Tabelle 3: Ergebnisse der Erhebungsbogen-Aktion bei 227 Norwich Terriern: Atembelastungen beim Norwich Terrier (Maza, 2003)

	Nein	Leicht	Stark
Atmung in Ruhe hörbar	192	32	2
Atmung bei Hitze hörbar	89	80	49
	Ja		
Laufen blau an	6	2,6% der erfassten Hunde	
Schnarchen im Schlaf	96	42,3% der erfassten Hunde	
Husten an der Leine	25	11% der erfassten Hunde	
Ziehen an der Leine	94	41,4% der erfassten Hunde	
Laufen überwiegend ohne Leine	173	76,2% der erfassten Hunde	
Geräusche beim Schnüffeln	28	12,3% der erfassten Hunde	
Atemwegserkrankte Hunde, die tierärztlich behandelt werden oder wurden	9	4% der erfassten Hunde	
Atemwegserkrankte Hunde (ohne tierärztliche Behandlung)	8	3,5% der erfassten Hunde	
Atemwegserkrankte Hunde gesamt	17	7,4% der erfassten Hunde	

Es wurden 227 Hunde erfasst. Das Geburtsjahr der Hunde lag zwischen 1986 und 2002. Die meisten Hunde wurden zwischen 1993 und 2002 geboren.

Die 17 Hunde sind mit folgenden Erkrankungen der Atemwege belastet.

Tabelle 4: Atemwegserkrankungen der ausgewerteten Norwich Terrier (Maza, 2003)

Asthma	2
Asthma, verdicktes Gaumensegel	1
Bösartiges Geschwür am Kehlkopf	1
Tracheaverengung	3
Vergrößerte Tonsillen, nicht belastbar	1
Verlängertes Gaumensegel	9

Neben den Atemwegserkrankungen wurden auch jeweilig andere Krankheiten der Norwich Terrier aus der Studie festgehalten. Insgesamt 52 Norwich Terrier (26,8%) wiesen noch andere Krankheiten auf, wobei Epilepsie mit 13 betroffenen Tieren die Liste anführte.

2.2 Obere Atemwege

2.2.1 Anatomie der oberen Atemwege

Die Nasenhöhle ist der vorderste Teil der Atemwege. Sie beginnt bei den Nasenlöchern und endet bei den Choanen. Sie wird begrenzt vom Os incisivum, Os nasale, Os maxillare, Os palatinum, Os ethmoidale und dem Vomer. Sie wird durch das Nasenseptum in zwei Höhlen unterteilt. Die Nasenlöcher sind sichelförmige Öffnungen in das Vestibulum nasi. Sie sind dorsomedial etwas breiter als

ventrolateral. Die Nasenflügel sind die knorpelig verdickten dorsolateralen Teile der Nüstern. Sie sind sehr beweglich, so dass durch die Erweiterung der Nasenlöcher der Luftfluss durch die Nasenhöhle verbessert werden kann.

Das Vestibulum nasi wird hauptsächlich durch die Plica alaris, einer Fortsetzung der ventralen Concha, ausgefüllt. Die Plica teilt die einströmende Luft und führt sie vorwiegend in den ventralen Meatus (Evans, 1993).

Die beiden Nasenhöhlen sind gefüllt mit den dorsalen, ventralen und ethmoidalen Conchae. Sie haben sich aus den lateralen und dorsalen Nasenwänden entwickelt. Sie bestehen aus knorpeligen oder knöchernen Knochenröllchen, den Ethmoturbinalia. Sie beanspruchen fast den gesamten vorhandenen Raum in der Nase, so dass es bei entzündlichen Schwellungen der Nasenschleimhaut zu obstruktiven Atemproblemen kommen kann (Cook, 1964). Die Conchae tragen respiratorische Schleimhaut, sie sind sehr gut durchblutet und innerviert. Ihre Aufgabe ist die Befeuchtung und Filtration der Atemluft. Die ethmoidalen Conchae sind an der radiologisch gut sichtbaren cribriformen Platte (Schwarz et al., 2000) befestigt. Ausläufer des N. olfactorius enden hier in der mehr olfaktorischen Mucosa und sind für den Geruchssinn verantwortlich. Die Conchae lassen dem Luftstrom vier Hauptgänge, Meatus genannt, offen. Der Meatus nasi communis liegt auf beiden Seiten dem Nasenseptum an. Er kommuniziert mit dem dorsalen und mittleren Meatus sowie dem grossen ventralen Meatus, dem Atmungsgang. Dieser liegt zwischen der ventralen Concha und dem harten Gaumen. Er erweitert sich im kaudalen Teil, wo alle Meatus sich auf Höhe der vierten Prämolaren treffen. Dort setzt sich der Atmungsgang unter dem Boden des Os ethmoidale und zwischen Os maxillare, Os palatinum und Vomer als Meatus nasopharyngeus fort (Evans, 1993). Die Nasennebenhöhlen (Recessus maxillaris, Sinus frontalis und Sinus sphenoidalis) pneumatisieren den Knochen. Dadurch wird das spezifische Gewicht der Knochen bei gross bleibenden Ansatzflächen für die Muskeln und bei ausreichendem Raum für die Unterbringung der Zähne verringert (Nickel et al., 2001).

Die Form und Grösse der Conchae bestimmen den Weg des Luftstromes durch die Nasenhöhle. Bei der Inspiration strömt die Luft hauptsächlich über die ventralen und mittleren Meatus Richtung Nasopharynx. Erst bei hohem inspiratorischem Druck werden auch die dorsalen Meatus gut durchlüftet und damit vermehrt auch das olfaktorische Epithel kontaktiert. Bei der Expiration strömt das Atemgas nach Passage der Choanen in alle Meatus, bevor es die Nase verlässt. Beim Schnüffeln wird das Luftgemisch durch das wiederholte kurze Atmen und Innehalten im Bereich des olfaktorischen Epithels der ethmoidalen Conchae behalten und nur langsam abgeatmet (Dawes, 1952). Die Atemluft passiert dann den Nasopharynx. Dieser reicht bis zum Ostium intrapharyngeum, wo sich der Verdauungs- und der Respirationstrakt kreuzen. Der Nasopharynx wird in seinem kranialen Teil knöchern vom Os palatinum und dem Vomer getragen. Weiter kaudal grenzt er dorsal an die Schädelbasis und ventral an den weichen Gaumen. Auf der lateralen Seite des Nasopharynx münden beidseits die Eustach'schen Röhren. Sie verbinden den Pharynx mit dem Mittelohr und gleichen so Druckunterschiede zwischen beiden Seiten der Membrana tympanica aus (Evans, 1993).

Das Palatum trennt Nase und Maulhöhle. Der Übergang von hartem zu weichem Gaumen liegt bei dolicho- und mesocephalen Hunden kaudal des letzten Molars, bei brachycephalen Hunden weiter kaudal. Der weiche Gaumen reicht normalerweise bis an die Spitze der Epiglottis. Das Zusammenspiel von weichem Gaumen und Epiglottis ermöglicht den Atmungsprozess durch das Ostium intrapharyngeum.

Der muskulokartilaginöse Larynx kontrolliert den Ein- und Ausgang der Atemgase in die Trachea und ist bei der Stimmbildung beteiligt. Die Epiglottis schliesst den Larynx beim Schluckvorgang. Eine wichtige Rolle bei der Gaspassage spielt der Innenteil des Larynx. Er beginnt mit dem Vestibulum laryngis, welches kranial und seitlich von der Epiglottis und kaudal von der Plica vestibularis begrenzt wird. Der mittlere Teil des Larynx heisst Glottis. Sie besteht dorsal aus den paarigen Arytenoidknorpeln und ventral aus den paarigen Stimmfalten. Zwischen Plica

vestibularis und Plica vocalis befindet sich der Ventriculus laryngis (Larynxtasche). Das Cavum infraglotticum reicht von der Rima glottidis bis zur Trachea. Es wird vom Cricoid getragen und ist dorsal etwas länger als ventral (Evans, 1993).

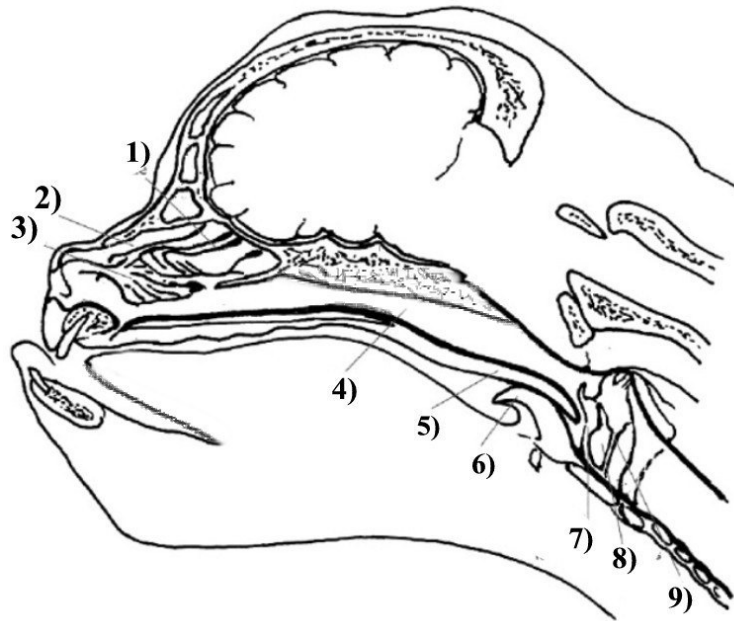


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Anatomie der oberen Atemwege bei einem brachycephalen Hund. 1) Ethmoidale Conchae, 2) Dorsale Conchae, 3) Ventrale Conchae, 4) Choanen, 5) Weiches Gaumensegel, 6) Epiglottis, 7) Vestibulärfalten, 8) Larynxtaschen, 9) Stimmfalten

Der Widerstand gegen die Atemluft stammt zu 76,5% aus der Passage der Nasenhöhle. Demgegenüber sind die Werte für den Larynx mit 4,5% und die weiter distal liegenden Trachea, Bronchen und Bronchiolen mit 19% relativ bescheiden. Expiration und Inspiration zeigen im Gegensatz zum Menschen kaum unterschiedliche Widerstandswerte. Wird der Fluss der Atemgase erhöht, steigt der Anteil des Nasenwiderstandes auf bis zu 80% (Ohnishi und Ogura, 1969). Erst bei chronischer beidseitiger Obstruktion verändert sich der intrapleurale Druck und als Folge davon zeigen sich pulmonäre Veränderungen (Ohnishi et al., 1971). Auch wenn der Widerstand der Nasenpassage künstlich erhöht wird, versuchen die

Hunde noch immer durch die Nase zu atmen. Offenbar ist ihnen das Geruchsempfinden sehr wichtig oder ein Reflex verhindert die Maulatmung.

2.3 Brachycephales Syndrom

2.3.1 Allgemeines

Die Einteilung der Hunde in brachycephale, mesocephale und dolichocephale Rassen basiert auf Messungen am Oberschädel.

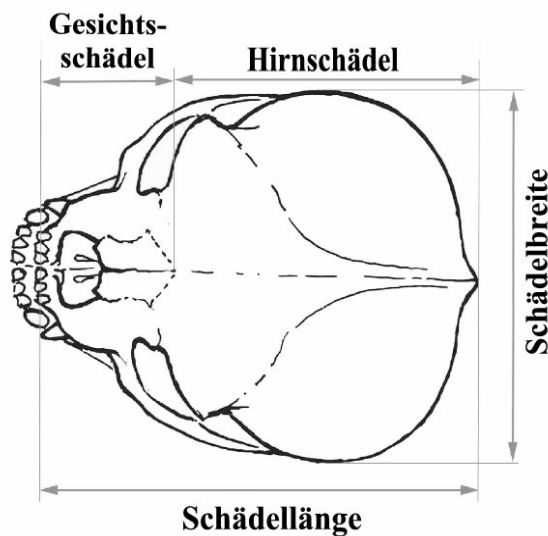


Abbildung 4: Messungen am Oberschädel eines brachycephalen Hundes. Grafische Darstellung der einzelnen Mess-Strecken nach Brehm et al. (1985) und Evans (1993)

Gemäss Evans (1993) erfolgt eine Aufteilung der Hunderassen aufgrund ihrer Schädelform in drei Gruppen:

Dolichocephal: Hunde mit langen, schmalen Schädeln, z.B. Collie, irischer Wolfshund

Mesocephal: Hunde mit mittleren Proportionen, z.B. deutscher Schäferhund, Beagle, Setter

Brachycephal: Hunde mit kurzen, breiten Schädeln, z.B. Boston Terrier, Pekingese

Zur Berechnung wird dabei der sogenannte Schädelindex (Schädelbreite/Schädellänge) beigezogen.

Tabelle 5: Einteilung der Hunde gemäss dem Verhältnis von Schädelbreite zu Schädellänge (Evans, 1993)

Brachycephal	0,81 und höher
Mesocephal	0,52 bis 0,80
Dolichocephal	0,39 bis 0,51

Evans (1993) zählte Hunde mit kurzem und breitem Gesichtsschädel und einem Verhältnis von Schädelbreite zu Schädellänge von 0,81 und mehr zu den brachycephalen Rassen.

Brehm et al. (1985) benutzten bei ihrer Einteilung das Verhältnis Hirnschädellänge zur Gesichtsschädellänge, wobei brachycephale Hunde einen Wert von über 1,60 erreichten.

Tabelle 6: Einteilung der Hunde gemäss dem Verhältnis von Hirnschädellänge zu Gesichtsschädellänge (Brehm et al., 1985)

Brachycephal	1,60-3,44
Mesocephal	1,0-1,13
Dolichocephal	0,80-0,98

Tabelle 7: Einteilung verschiedener Hunderassen nach Brehm et al. (1985)

Brachycephale Rassen	Chihuahua, französische Bulldogge, King Charles Spaniel, Malteser, Pekingese, Rehpinscher, Shi Tzu, Yorkshire Terrier
Mesocephale Rassen	Dackel, Mittelschnauzer, Pudel
Dolichocephale Rassen	Afghane, Airdale Terrier, Beagle, Berner Sennenhund, Bernhardiner, Bobtail, Boxer, Bullterrier, Chow Chow, Cocker Spaniel, Collie, Dalmatiner, Deutsche Dogge, Deutscher Vorstehhund, Dobermann, Grosser Münsterländer, Hovawart, Irish Wolfhound, Irish Setter, Labrador Retriever, Leonberger, Riesenschnauzer, Rottweiler, Sibirian Husky, Wolfsspitz

Kürzlich durchgeführte Studien (Balli, 2004) zeigen, dass das Längen-Längenverhältnis analog der Angaben von Brehm et al. (1985) das zuverlässigste Kriterium zur Einteilung in die verschiedenen Kopfformen ist. Dabei wurde der sogenannte Schädel-Index (S) definiert, bei dem als Trennung von Hirnschädel zu Gesichtsschädel ein radiologisch einwandfrei identifizierbarer Punkt gewählt wurde. Der Schädel-Index (S) berechnet sich aus der Hirnkapsellänge dividiert durch die Gesichtsschädellänge. Dieser Index entspricht nicht dem Längen-Längen-Index 2 (LL2) nach Brehm et al. (1985), denn anstelle der Grenze zwischen Os frontale und Os nasale, die im Röntgenbild selten sichtbar ist, wurde die rostrale Begrenzung des Cavum cranii als Fixpunkt herangezogen (Balli, 2004).

Dieser Index, welcher zwar nicht exakt der Vorgabe von Brehm et al. (1985) entspricht, eignet sich jedoch ausgezeichnet zur Messung an lebenden Hunden und erlaubt zudem die gleiche Aussage wie Brehm et al. (1985).

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung besteht darin, den Winkel zwischen der Schädelbasis (ausgehend von der Basis des Occiputs zum Sulcus chiasmatis verlaufend) und dem Gesichtsschädel (entlang der kaudalen Verlängerung des harten Gaumens) zu messen, den sogenannten Kraniofazialwinkel (Regodon et al., 1993, Abb. 4).

Bei dieser Methode werden zu den brachycephalen Rassen gezählt: Chihuahuas, Bulldoggen, King Charles Spaniel, Malteser, Pekingesen, Rehpinscher, Shi Tzu, Yorkshire Terrier, Boxer.

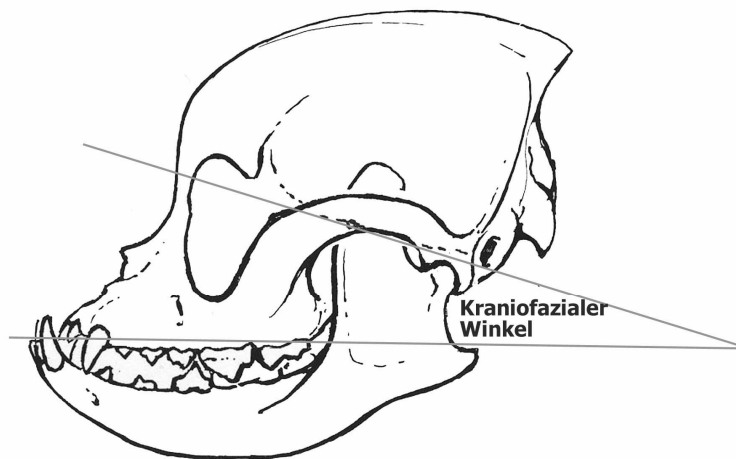


Abbildung 5: Messung am Oberschädel eines brachycephalen Hundes. Grafische Darstellung des kraniofazialen Winkels nach Regodon et al. (1993)

Tabelle 8: Messwerte mit dem kraniofazialen Winkel nach Regodon et al. (1993) zwischen der Schädelbasis und dem Gesichtsschädel

Brachycephal	9-14°
Mesocephal	19-21°
Dolichocephal	25-26°

2.3.2 Pathophysiologie

Das brachycephale Syndrom mit Atemnot, Stridor, reduzierter Leistungs- und Stresstoleranz und in fortgeschrittenen Fällen mit Zyanose und Kollaps wird oft bei Vertretern von brachycephalen Rassen beobachtet. Eine wichtige Rolle spielt dabei offenbar die Kopfform dieser Rassen (Wykes, 1991). Die Kopfform von brachycephalen Hunden entsteht durch einen vererbten Defekt in der Schädelentwicklung, der sogenannten Chondrodysplasie. Das Resultat ist eine Kopfform mit normaler Breite, aber stark reduzierter Länge (Dahme, 1988; Evans, 1993).

Diese veränderte Kopfformentwicklung ist der Ursprung der weiteren Erscheinungen, welche je nach Autor und Erklärungsversuch als primär oder sekundär eingeteilt werden (Aron und Crowe, 1985; Wykes, 1991; Hendricks, 1992; Hobson, 1995; Montavon, 2000).

Generelle Einigkeit besteht darüber, dass eine Stenose der oberen Atemwege das brachycephale Syndrom auslöst. Nach Leonard (1957) und Aron und Crowe (1985) sind die stenotischen Nasenlöcher oder die Anatomie der Endoturbinalia als sogenannte Primärursache anzusehen, wodurch es zu einer Stenose der oberen Atemwege kommt.

Die typischen Abnormalitäten bei Hunden mit dem brachycephalen Syndrom sind (Aron und Crowe, 1985): stenotische Nasenlöcher, vergrößerte Tonsillen, verlängertes Gaumensegel, evertierte Larynxtaschen, verengte Stimmritze, Kollaps des Larynx und Kollaps der Trachea.

Die Stenose der Nasenlöcher ist bei manchen brachycephalen Hunden angeboren. Die Nasenflügel ragen ins Lumen hinein und führen so zu einer Obstruktion, die durch die Inspiration noch verstärkt werden kann (Cook, 1964). Die Hunde zeigen vorwiegend inspiratorische Atemgeräusche, die in Ruhe fehlen können und bei Anstrengung, Aufregung und heissem Wetter verstärkt auftreten und Atemnot verursachen. Wird die Maulhöhle geöffnet, bessert sich die Atmung sofort (Suter, 2001).

Tatsächlich scheint die Nase den Hauptwiderstand bei der Inspiration darzustellen. Experimentelle Studien über die Zusammensetzung des Gesamtemwiderstandes beim Hund zeigen, dass die Nase bei der Inspiration in Abhängigkeit von der Luftflussrate mit 69 bis 83% wesentlich zum Gesamtwiderstand beiträgt (Ohnishi und Ogura, 1969). Durch die Stenose entsteht bei der Inspiration ein erhöhter negativer Druck im Nasopharynx und im Larynx, da die Hunde eine verstärkte Atemarbeit leisten müssen, um trotz der Stenose einen ausreichenden Sauerstoffpartialdruck zu erreichen. Durch diesen erhöhten Unterdruck soll es zu einer progressiven Verlängerung des weichen Gaumensegels kommen, da die Weichteile durch den erhöhten Unterdruck ins Lumen der Atemwege gezogen werden und mit der Zeit sogar hyperplastisch werden (Orsher, 1993).

Dieser Erklärungsversuch steht im Widerspruch zur Theorie von Cook (1964), wonach das verlängerte Gaumensegel auch ein kongenitaler Defekt sei. Die Tiere zeigen oft schon nach der Geburt Symptome, die sich meistens mit dem Älterwerden verschlimmern. Die klinischen Zeichen sind lautes inspiratorisches Schnarchen während dem Schlaf und Erstickungsattacken bei vollem Bewusstsein. Andere Symptome sind Husten und Dysphagie.

Das verlängerte Gaumensegel wurde das ersten Mal von Farquharson und Smith (1942) beschrieben. Die Verlängerung des Gaumensegels kann sich sehr störend auf die Atemarbeit auswirken. Das zu lange Gaumensegel kann bei der Inspiration hörbar flattern oder sich auch dorsal der Epiglottis verfangen, was zu plötzlich auftretenden Erstickungsanfällen führt (Harvey, 1982b, Hendricks, 1995).

Das verlängerte Gaumensegel kommt am häufigsten bei brachycephalen Rassen vor, es ist aber auch schon bei mesocephalen Hunden beobachtet worden, ohne eine Erklärung für die Ätiologie zu haben (Cook, 1964).

Ob das lange Gaumensegel daher als Primär- oder Sekundärereignis zu zählen ist, ist nicht geklärt (Farquharson und Smith, 1942; Aron und Crowe, 1985; Hobson, 1995).

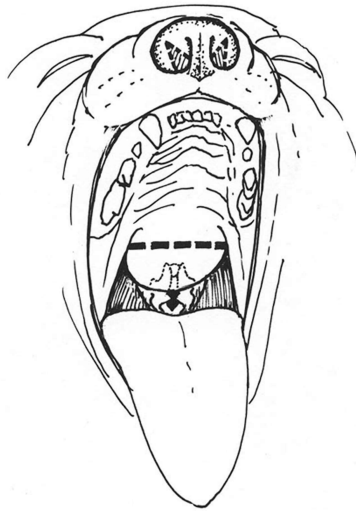


Abbildung 6: Schematische Darstellung des verlängerten Gaumensegels bei einem brachycephalen Hund und Operationsplanung bei der Kürzung

Als sekundäre Erscheinungen kann es zu vergrößerten Tonsillen und zu Entzündungserscheinungen, evtl. Ödembildung in der Schleimhaut von Pharynx und Larynx kommen und sogar zu einem Kollaps der Arytenoidknorpel und zur Ausstülpung der Kehlkopftaschen. Diese sind das Resultat des verstärkten Unterdruckes im Nasopharynx, um den Hund trotz Obstruktion mit der physiologisch notwendigen Sauerstoffmenge zu versorgen. Die zusätzliche Einengung des Lumens kann die klinischen Symptome verstärken und sogar zum Erstickungstod führen (Cook, 1964; Aron und Crowe, 1985). Beim Vorhandensein einer Tracheahypoplasie verschlechtert sich die Prognose (Orsher, 1993).

Larynxkollaps ist v.a. bei brachycephalen Hunden mit dem brachycephalen Syndrom ein Problem. Dabei kollabieren die Halteknorpel des Larynx aufgrund von Änderungen der Druckverhältnisse, die durch eine Obstruktion rostral der Rima glottis entstehen. Der Larynxkollaps ist eine progressive „end-stage“ Erkrankung (Fingland, 2000).

Durch den erhöhten Unterdruck während der Inspiration sind nicht nur die Atemwege betroffen. Benachbarte Strukturen wie der Ösophagus, die Gehörgänge, das

zentrale Nervensystem und die unteren Atemwege können ebenso betroffen sein. Gemäss Stolovitzky und Todd (1990), Venker-van Haagen (1992) Hardie et al. (1998) und Montavon (2000) werden bei brachycephalen Rassen auch vermehrt gesundheitliche Probleme wie vergrösserte Zunge, Schluckstörungen, Hiatushernien, Magenblähungen, Otitis media, neurologische Ausfälle oder Bronchiektasien gefunden.

Brachycephale und nichtbrachycephale Hunde zeigen auch Unterschiede im Atemmuster. Amis und Kurpershoek (1986) zeigten in ihren Untersuchungen mit TBFVL-Analysen (tidal breathing flow-volume loop) an 33 gesunden nichtbrachycephalen Hunden, 18 nichtbrachycephalen Hunden mit erworbenen obstruktiven Atemwegserkrankungen und 19 brachycephalen Hunden (elf Hunde ohne respiratorische Probleme), dass die elf brachycephalen Hunde, ohne Vorgeschichte von respiratorischen Problemen, die gleiche Atemkurve zeigten, wie die nichtbrachycephalen Hunde mit den obstruktiven Atemwegserkrankungen.

Um die Inzidenz ihrer Dyspnoeanfälle möglichst klein zu halten, vermeiden brachycephale Hunde Hitze und Stress aus eigenem Antrieb. Lässt es sich aber nicht vermeiden und geraten die Hunde in Aufregung, so ermöglicht ihnen ein sympathisch innervierter Mechanismus, den Widerstand in der Nasenhöhle kurzfristig zu verringern. Dabei kommt es zu einer Vasokonstriktion, was ein Abschwellen der Schleimhäute zu Folge hat (Woolcock et al., 1969; McCaffrey und Kern, 1979; Lung et al., 1984). Ein weiterer Mechanismus ist die aktive Erweiterung der Nasenlöcher bei der Inspiration durch Anheben der Nasenflügel, um der Stenose der Nasenlöcher möglichst entgegenzuwirken (Evans, 1993). Die Hunde nehmen bei Dyspnoe auch eine spezielle Körperhaltung ein, die ihnen das Atmen leichter macht. Sie strecken den Hals möglichst gerade, um den Nasopharynx und auch den Larynx in die Länge zu ziehen und damit das zu lange Gaumensegel wettzumachen. Es kann auch vorkommen, dass die Hunde sich auf die Seite legen, um das Gaumensegel, das sich hinter der Epiglottis verfangen hat, zu lösen. Durch

die Seitenlage gleitet das Gaumensegel zur Seite und wird dadurch befreit (Singleton, 1962; Knecht, 1979).

Zur Regulation der Körpertemperatur beginnen die Hunde bei Hitze zu hecheln. Beim Hecheln werden geringe Volumina an Luft mit hoher Frequenz durch die Nase eingeatmet und via Maul ausgeatmet. Die Luft wird so an der Nasenschleimhaut mit Wärme und Feuchtigkeit angereichert und via Maul wieder ausgeatmet (Schmidt-Nielsen et al., 1970). Der Larynx des Hundes beherbergt die Laryngealtaschen und die Stimmbänder und spielt somit beim Hecheln eine wichtige Rolle. Durch das Hecheln wird der Larynx zusätzlich beansprucht, was normalerweise gut toleriert wird, aber bei brachycephalen Hunden, die sowieso schon eine Stenose der oberen Atemwege haben, zu Laryngitis, Ödem, Kollaps der Cartilagines cuneiformes oder zu einer Eversion der Laryngealtaschen führen kann (Orsher, 1993).

Trotz dieser Kompensationsmechanismen kommt es bei brachycephalen Hunden zu Atemnot. Aber auch bei massiver Obstruktion der oberen Atemwege wehren sich die Hunde so lange wie möglich gegen die Maulatmung an, obwohl ihnen die Maulatmung die Sauerstoffzufuhr erleichtern würde und eine ausreichende Sauerstoffsättigung innerhalb kurzer Zeit erreicht werden könnte (Ohnishi et al., 1971).

Gemäss Wilson et al. (1960) und Cook (1964) zeigen auch andere Hunde, wie Golden Retriever, Spaniel und Dackel eine ähnliche Symptomatik wie beim brachycephalen Symptom. Bei diesen Hunden sind jedoch selten die Nasenlöcher verengt, dafür kommen verlängertes Gaumensegel, evertierte Larynxtaschen und Weichteilprotrusionen in den Pharynx vor.

2.3.3 Klinik und Diagnose

Die Obstruktion der oberen Atemwege bei brachycephalen Hunden ist normalerweise verbunden mit einer Kombination von Abnormalitäten, seltener nur mit einem Problem (Wykes, 1991). Brachycephale Rassen zeigen jedoch nicht nur respiratorische Probleme aufgrund ihrer Kopfform. Es besteht auch eine Veranla-

gung zu Hydrocephalus, Fazialislähmung, Hautirritationen oder Fehlstellungen der Zähne (Toombs und Hardy, 1981; Willemse, 1991; Verhaert, 2001).

Hunde mit dem brachycephalen Syndrom leiden an akuten Dyspnoeepisoden. Während dieser Episoden sind die Tiere oft hyperaktiv und zeigen Hyperthermie. Im Notfall sollten als erste Behandlungsmassnahmen eine leichte Sedation, ein Abkühlen des Patienten und die Sicherung der Sauerstoffzufuhr vorgenommen werden. Ansonsten sollte die Untersuchung möglichst an einem ruhigen, kühlen Ort stattfinden und ohne Anwendung von irgendwelchen Zwangsmassnahmen, so dass die Tiere sich nicht noch mehr aufregen.

Bei der Anamnese fallen oft eine Hitze-, Leistungs- und Stressintoleranz auf. Erstickungsanfälle zeigen sich vor allem, wenn die Tiere schlafen, da es während des Schlafens zu einer Erschlaffung der Atemwegsmuskulatur kommt und dadurch zu einer zusätzlichen Einengung der oberen Atemwege (Hobson, 1995).

Das Hauptproblem beim brachycephalen Syndrom ist die Obstruktion der oberen Atemwege. Das typische Leitsymptom für eine Obstruktion der oberen Atemwege ist der inspiratorische Stridor.

Bei der Inspektion der Nase fallen die engen Nasenlöcher auf. Die Nasenflügel der brachycephalen Hunde bewegen sich bei der Inspiration kaum nach aussen, sondern werden in den Luftstrom gezogen.

Vor einer Anästhesie sollten Hämatologie- und Blutchemiewerte erhoben werden. Venöse Blutgasproben ermöglichen Informationen über Blut-pH, HCO_3^- - und pCO_2 -Werte. Die Sauerstoffsättigung kann via Blutoximetrie ermittelt werden. Für die Laryngoskopie sollte eine oberflächliche Propofol-Anästhesie gewählt werden.

Ist der Patient einmal in Narkose gelegt, sollten alle diagnostischen und therapeutischen Schritte zusammen erfolgen. Die Narkose bei brachycephalen Hunden stellt eine besondere Herausforderung dar, weil praktisch alle Sedativa oder Anästhetika die dilatierende Muskulatur der oberen Atemwege relaxieren. Das Zwerchfell hingegen baut weiterhin den für die Atmung erforderlichen

Unterdruck auf, wodurch der Kollaps der Weichteile in den oberen Atemwegen weiter gefördert wird (Hendricks, 1992). Zunächst wird mittels eines Laryngoskopes der Oropharynx untersucht. Die Zunge wird mit dem Blatt nach ventral gedrückt. Idealerweise treffen sich Kaudalrand des Gaumensegels und Epiglottis gerade an ihrer Spitze. Oft ist der weiche Gaumen allerdings zu lang und kann sogar ein Ventralverlagern der Epiglottis verhindern. Beides stört den Atemgasfluss durch den Oropharynx. Das Blatt des Laryngoskopes drückt nun die Epiglottis nach ventral. Es werden manchmal evertierte Larynxtaschen zwischen der vestibulären Falte und den Stimmbändern sichtbar. Die Bewegung der Rima glottidis bei Inspiration und Expiration wird beurteilt. Die Stimmfalte und die Arytaenoidknorpel sollten bei Inspiration abduzieren. Die Untersuchungen der Rima glottidis erfolgen am besten in oberflächlicher Narkose, da es bei zu tiefer Narkose zu einer physiologischen Adduktion der Arytaenoidknorpel kommt. Bei fortgeschrittener Pathogenese können Weichteile und die knorpeligen Anteile des Larynx kollabieren. Die Luftpassage wird damit weiter eingeschränkt. Die Visualisierung des Innenlumens der Trachea ist nur mittels Endoskopie möglich. Bei manchen brachycephalen Hunden ist ein Trachealkollaps als Folge des fortdauernden Unterdruckes zu beobachten. Zum Abschluss der Untersuchung sollen Röntgenbilder des Schädels und des Thorax angefertigt werden. Es können sekundäre Veränderungen der Lunge wie Bronchiektasien festgestellt werden und es kann der Durchmesser der allenfalls hypoplastischen Trachea gemessen werden (Knecht, 1979; Aron und Crowe, 1985; Hobson, 1995).

2.3.4 Therapiemöglichkeiten

Als konservative Therapiemöglichkeit im Notfall erfolgt eine leichte Sedation, ein Abkühlen des Patienten mit Alkohol und die Sicherung der Sauerstoffzufuhr. Dabei sind möglichst keine Zwangsmassnahmen anzuwenden, so dass sich die Tiere nicht noch mehr aufregen und die ganze Situation noch verschlimmert wird.

Die Tiere sollten keinem Stress ausgesetzt und Hitzeexposition sollte vermieden werden.

Die konservative Therapie ist aber keine Dauerlösung, die Tiere müssen meistens einer chirurgischen Therapie unterzogen werden, um befriedigende Resultate zu erzielen.

Die chirurgische Therapie sollte möglichst immer in der gleichen Sitzung erfolgen, wie die Abklärungen, so dass nicht zweimal eine Narkose nötig wird. Die chirurgischen Massnahmen beim brachycephalen Syndrom erfolgen von kranial nach kaudal werden, dass heisst es werden zuerst die allenfalls stenotischen Nasenlöcher korrigiert. Dadurch können bei frühzeitigem Eingreifen Sekundärveränderungen verhindert werden (Knecht, 1979; Harvey, 1982a; Aron und Crowe, 1985; Hobson, 1995).

2.3.4.1 Stenotische Nasenlöcher

Die Therapie ist eine Teilexzision der Nasenflügel, womit der Durchmesser der Nasenlöcher vergrössert wird. Dabei wird das Epithel und der darunter liegende Knorpel entfernt (Aron und Crowe, 1985). Dabei besteht sowohl die Möglichkeit diesen dreieckigen Keil aus dem mittleren Teil oder am kaudalsten Teil des Nasenflügels zu entfernen (Wykes, 1991).

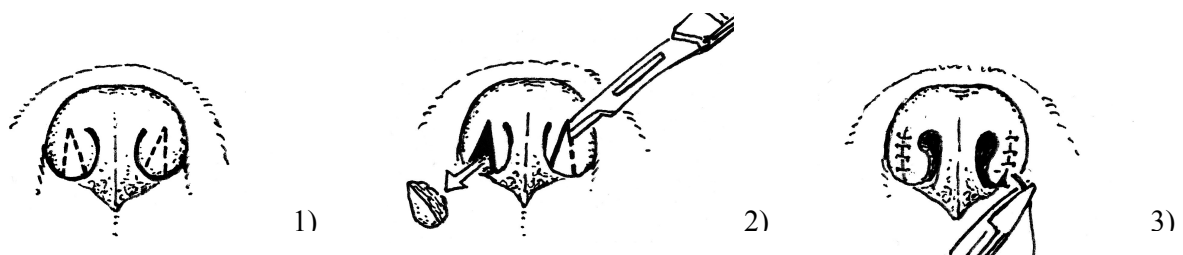


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Operation stenotischer Nasenlöcher von rostral

1) stenotische Nasenlöcher, 2) Teilexzision der Nasenflügel, 3) Adaptation der Wundränder

Die stenotischen Nasenlöcher sollten so früh wie möglich korrigiert werden, wenn möglich schon bei drei bis vier Monate alten Welpen, denn wenn die Hunde ohne Mühe durch ihre Nase atmen können, beeinträchtigt ein verlängertes Gaumensegel die Atmung in viel geringerem Masse (Aron und Crowe, 1985).

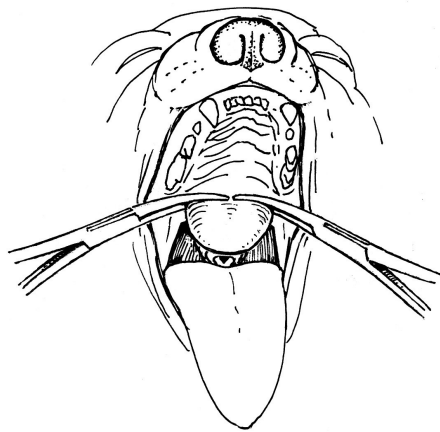
Nach einer Studie von Harvey (1982a) sind es v.a. die jungen Hunde mit brachycephalem Syndrom, die aufgrund stenotischer Nasenlöcher Atemprobleme haben. Brachycephale Hunde, die erst im Erwachsenenalter Atemschwierigkeiten zeigen, haben meistens keine stenotischen Nasenlöcher, sondern vielmehr ein verlängertes Gaumensegel, evertierte Larynxtaschen, eine enge Rima glottis oder einen Larynxkollaps

2.3.4.2 Vergrößerte Tonsillen

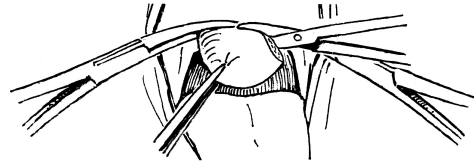
Eine Tonsillektomie ist umstritten (Knecht, 1979; Hobson, 1995). Aufgrund ihrer anatomischen Lage sollten sie den Atmungsvorgang eigentlich nicht beeinflussen und müssen daher nicht entfernt werden.

2.3.4.3 Verlängertes Gaumensegel

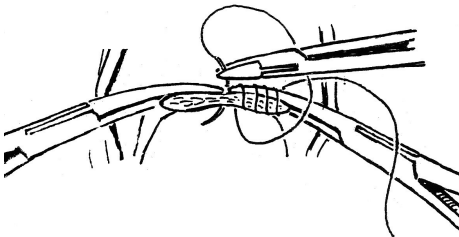
Bei dieser Operation sollte das Gaumensegel auf die korrekte Länge gekürzt werden. Dabei werden die Spitze der Epiglottis oder die Mitte der Tonsillen als Orientierungspunkte genutzt. Es werden entlang der vorgesehenen Resektionslinie zwei gebogene Klemmen angebracht. Das überstehende Gaumensegel wird entfernt und die Wundränder werden mit absorbierbarem Nahtmaterial verschlossen (Aron und Crowe, 1985). Alternativ ist auch die Entfernung mit einem Laser möglich (Clark und Sinibaldi, 1994). Wenn zuviel Gaumensegel reseziert wird, kann es zu Aspiration von Futter und Wasser in die Nase und zu Rhinitis und Pneumonie kommen.



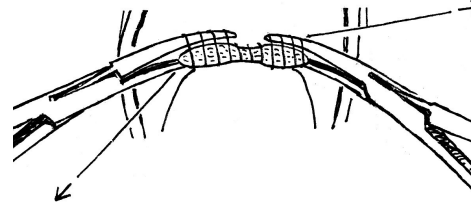
1)



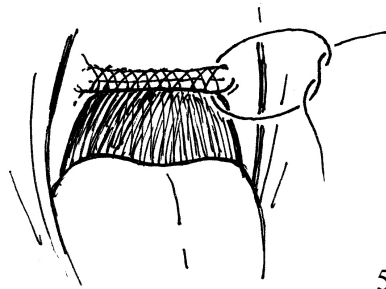
2)



3)



4)



5)

Abbildung 8: Schematische Darstellung der Operation eines verlängerten Gaumensegels. 1) Platzierung der Klemmen am verlängerten Gaumensegel, 2) Entfernung des überschüssigen Gewebes, 3) Adaptation der Wundränder, 4) Entfernung der Klemmen und Anziehen des Fadens, 5) Rückläufige Naht als Abschluss

Nach der Operation sind Husten, Würgen, Erbrechen und geräuschvolle Atmung üblich, v.a. bei Bulldoggen. Daher sollte in den ersten 24-48 Stunden eine konstante Überwachung der Patienten stattfinden (Wykes, 1991). Hunde, die bei der Gaumensegelresektion jünger als zwei Jahre sind, scheinen eine bessere Prognose zu haben, als Hunde die älter als zwei Jahre sind (Harvey, 1982c; Harvey, 1982d). Die Prognose nach Erweiterung der Nasenlöcher und der Kürzung des Gaumensegels wird generell als günstig betrachtet und ist umso besser, je jünger die Patienten bei der Operation sind (Harvey, 1982d).

2.3.4.4 Evertierte Larynxtaschen

Die evertierten Larynxtaschen können mit langen Scheren abgeschnitten werden (Leonard, 1957; Harvey, 1982c).

2.3.4.5 Kollaps des Larynx

Der selten auftretende Larynxkollaps kann konservativ behandelt werden, solange die Rima glottis nicht vollständig verschlossen ist. Bei einem vollständigen Kollaps besteht die Möglichkeit einer partiellen Laryngektomie. Gemäss Harvey (1982d) sind diese Hunde jedoch vermehrt der Gefahr von Aspirationen ausgesetzt und haben nur gerade eine Überlebensrate von 50%. Als Alternative zur partiellen Laryngektomie besteht die Möglichkeit einer permanenten Tracheostomie.

2.3.4.6 Tracheahypoplasie

Tracheahypoplasie wird häufiger bei älteren Vertretern von Zwerggrassen gesehen. Der Defekt kann auch angeboren sein, z.B. bei Bulldoggen (Harvey und Fink, 1982). Bulldoggen weisen jedoch allgemein einen kleineren Trachea-durchmesser auf als nichtbrachycephale Hunde. Es sollte immer ein seitliches Thoraxröntgen gemacht werden, um abzuklären, ob die Tiere eine hypoplastische Trachea haben. Auf dem Röntgenbild werden der Thoraxeingang (TI: thorax inlet) und der Durchmesser der Trachea (TD: tracheal lumen diameter) ausgemessen und

miteinander verglichen, wobei man erst bei einem TD/TI-Wert von weniger als 0,116 von Tracheahypoplasie spricht (Orsher, 1993).

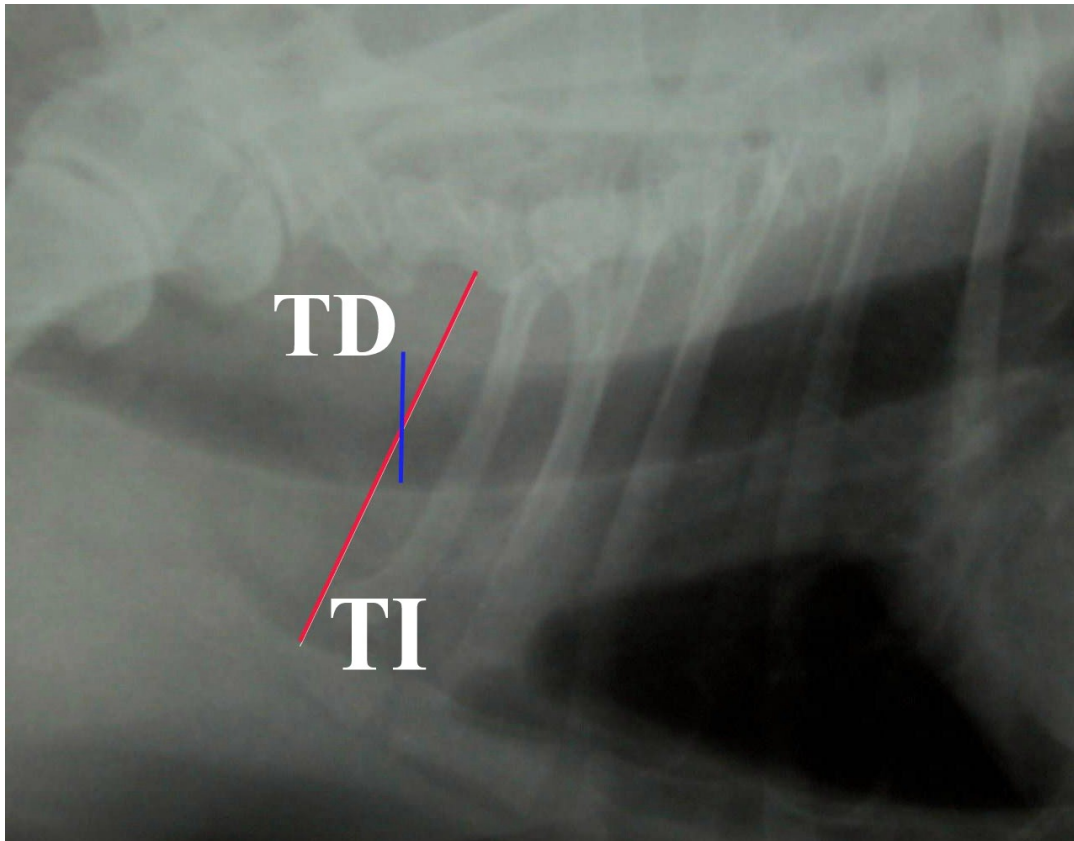


Abbildung 9: Röntgenbild eines Hundethorax nach laterolateralen Strahlengang mit Hilfslinien zur Bestimmung des Durchmessers der Trachea (TD) und des Thoraxeinganges (TI)

Tabelle 9: Durchschnittliche TD/TI-Werte nach Orsher (1993):

Normale Bulldoggen	TD/TI: Ø 0,116
Normale Hunde anderer brachycephaler Rassen	TD/TI: Ø 0,157
Normale Hunde nichtbrachycephaler Rassen	TD/TI: Ø 0,208
Tracheahypoplasie	TD/TI: < 0,116

2.4 Andere wichtige Erkrankungen der oberen Atemwege

Reversed sneezing, das sogenannte „Schnorcheln“ oder „Rückwärtsniesen“ kommt v.a. bei kleinen Hunden vor und tritt vermehrt nach dem Erwachen oder Spaziergängen auf. Dabei handelt es sich um anfallartiges, geräuschvolles, krampfhaft erschwertes Atmen mit starken Thoraxbewegungen, das bis zu einer Minute andauern kann. Die Atmung normalisiert sich wieder von alleine. Die Ursachen sind wahrscheinlich Spasmen im Nasopharynx oder Kleben der Epiglottis am Larynx (Suter, 2001). Bei Hunden mit Nasenmilben (*Pneumonyssoides caninum*) ist „reversed sneezing“ das häufigste klinische Symptom (Bredal, 1998). Die Larynxparalyse kommt meistens nur bei älteren, grösseren Hunderassen vor, sie kann aber auch vererbt sein (Bouviere, Bullterrier, Malamutes, sibirische Huskies). Dabei kommt es zu einer Unterbrechung der Innervation, wodurch bei der Inspiration die Arytaenoidknorpel und die Stimmfalten nicht mehr abduziert werden und so den Luftfluss behindern. Bei der erworbenen Larynxparalyse liegt meistens eine traumatische Schädigung des N. recurrens vor, es kann jedoch auch als Folge von Staupe, einer generalisierten Polyneuropathie oder einer Polymyopathie auftreten, seltener liegt eine Hypothyreose zugrunde (Venker-van Haagen; 1992, Fingland, 2000).

Erkrankungen der Trachea sind relativ häufig. Ein typisches Symptom sind leicht auslösbare Hustenanfälle. Diese können spontan sein oder durch Palpation der Trachea, Ziehen an der Leine oder Trinken von kaltem Wasser ausgelöst werden. Ein typisches Leitsymptom für Tracheakollaps ist der sogenannte „Gänsehusten“, daneben kann es zu Dyspnoe, verminderter Leistungsfähigkeit und Stimmveränderungen kommen (Fingland, 2000).

Bei obstruktiven Erkrankungen kann es auch zu geräuschvoller Atmung und Dyspnoe kommen. Bei den meisten trachealen Infektionen besteht gleichzeitig eine Bronchitis und Laryngopharyngitis (Suter, 2001). Ein Tracheakollaps entsteht

beim brachycephalen Syndrom äusserst selten. Falls bei einem fortgeschrittenen Prozess dennoch therapiert wird, sollte folgende Einteilung vorgenommen werden:

Grad 1: leicht durchhängender M. trachealis

Grad 2: 50%ige Tracheallumenreduktion

Grad 3: 75%ige Lumenreduktion

Grad 4: M. trachealis berührt ventrale Tracheaschleimhaut

Die Ätiologie ist nicht bekannt, es gibt jedoch prädisponierende Faktoren, wie kleine Hunderassen, Übergewicht, Degeneration der Tracheaknorpel, chronische Bronchitis.

Die dorsoventrale Abflachung und das dorsale Auseinanderklaffen der Knorpelringe der Trachea wird durch Malazie des Knorpels und eine Erschlaffung des M. trachealis verursacht. Diese relativ häufige Erkrankung trifft hauptsächlich obese Hunde kleiner Rassen, wie z.B. Yorkshire Terrier, Pudel, Zwergspitz, Pekingesen im Alter von sechs bis sieben Jahren. Der Verlauf ist chronisch und oft progredient. Häufig werden die klinischen Symptome durch Atemwegs- oder Herzerkrankungen ausgelöst (Suter, 2001).

Die chirurgische Therapie ist relativ schwierig und nicht immer von Erfolg gekrönt. Es sollten nur Fälle mit Schweregrad 2 oder mehr operiert werden (Suter, 2001). Bei der Operation wird eine extratracheale Prothese (Polypropylen-Spiralringprothese) angebracht (Fingland, 2000). Diese Prothesen lassen sich im Halsbereich bis ca. zum 2., evtl. 3. Interkostalbereich einsetzen. Im Thoraxbereich können intratracheale Stents verwendet werden. Als Komplikation können sich diese Stents jedoch verschieben und so zu Todesfällen führen (Radlinsky et al., 1997).

2.5 Fragestellung/Hypothese

Der Norwich Terrier gehört zu einer Hunderasse, die vom Aussehen her nicht dem Bild eines brachycephalen Hundes entspricht. Dennoch ist anekdotisch von ihnen

bekannt, dass sie unter Problemen im oberen Respirationsapparat leiden, wobei sie ähnliche klinische Symptome zeigen wie brachycephale Hunde mit dem brachycephalen Syndrom.

Eingehende Untersuchungen am oberen Respirationstrakt von Norwich Terriern, Beagle und brachycephalen Hunden mittels Laryngoskopie, Rhinomanometrie, Ausmessen der Nase, Röntgen von Schädel und Thorax sollen dem Vergleich der Werte von mesocephalen und brachycephalen Hunden und Norwich Terriern dienen. Dabei sollte geklärt werden, in welche Gruppe die Norwich Terrier einzuordnen sind, und ob das sogenannte brachycephale Syndrom wirklich nur ein Problem bei brachycephalen Hunden ist.

3 Material und Methode

3.1 Tiere

Von Februar 2001 bis im Januar 2003 wurden an der Kleintierchirurgie am Tierhospital Zürich 23 Norwich Terrier, 8 Beagle, 8 brachycephale Hunde und 14 nicht-brachycephale Hunde verschiedener Rassen untersucht. (Tabellen im Anhang)

3.2 Methodik

3.2.1 Anamnese und klinischer Untersuch

Bei den Norwich Terriern und bei den Beagle wurde eine Anamnese bezüglich Atemproblemen erhoben (in Ruhe, nach Belastung, bei Hitze) und wann die Hunde Atemgeräusche zeigten (in Ruhe, nach Belastung, bei Hitze). Danach wurde eine klinische Untersuchung durchgeführt, bei der Schleimhautfarbe, kapilläre Füllungszeit (KFZ), Herzfrequenz und Atemfrequenz und Auftreten eines Atemgeräusches festgehalten wurden. Kehlkopf und Trachea wurden palpiert und die Auslösbarkeit des Hustenreflexes geprüft, sowie das Herz und der Respirationsapparat auskultiert. Anschliessend wurden die Hunde intramuskulär sediert mit Acepromazin (0,03mg/kg)¹ und Buprenorphin (0,007mg/kg)² und 20 Minuten in einen ruhigen Raum gebracht. Danach wurde ein intravenöser Zugang gelegt und die Hunde mit Dexamethason (0,2mg/kg)³ prämediziert. Die Anästhesie wurde mit Propofol (4mg/kg resp. nach Wirkung)⁴ eingeleitet.

¹ Prequillan®, Fatro S.p.A., Ozzano Emilia, Italien

² Temgesic®, Essex Chemie AG, Luzern, Schweiz

³ Dexadreson®, Intervet, Veterinaria AG, Zürich, Schweiz

⁴ Propofol-®Lipuro 1%, Braun Medical AG, Emmenbrücke, Schweiz

3.2.2 Laryngoskopie

Unter oberflächlicher Propofol-Anästhesie wurde eine Laryngoskopie und Endoskopie der Trachea durchgeführt. Dabei wurde die Verlängerung des Gaumensegels in Bezug auf den Rand der Epiglottis in Prozentzahlen (Verlängerung des Gaumensegels im Verhältnis zur Epiglottislänge), die Grösse der Tonsillen (vergrössert & evertiert/ nicht vergrössert & evertiert), die Larynxtaschen (evertiert/ nicht evertiert), die Proc. cuneiformis und die Proc. corniculati (kollabiert/ nicht kollabiert), die Rima glottis (kollabiert/ nicht kollabiert), die Stimmfalten rechts und links (sichtbar/ nicht sichtbar) beurteilt und der Grad des Laryngeal- und Trachealkollaps bestimmt. Abweichungen vom Normalbefund wurden registriert und der Schweregrad allfälliger Veränderungen festgehalten. Nach der Intubation wurde die Narkose mit einem O₂-, N₂O- und Isofluran-Gasgemisch unterhalten.

3.2.3 Rhinomanometrie

Unter Narkose wurde der Nasenwiderstand am intubierten Hund mittels Rhinomanometrie (Balli, 2004, Nad, 2004) untersucht. Rhinomanometrie ist die Methode für die Messung des nasalen Widerstandes. Dabei handelt es sich um eine Untersuchungsmethode, die in der humanen Rhinolaryngologie benutzt wird. Die Rhinomanometrie misst die Druckdifferenz, die bei der Atemgaspassage durch die Nase entsteht. Bei der posterioren Rhinomanometrie wird die Differenz zwischen den Druckwerten in der Atmungsmaske und im Nasopharynx bestimmt (Gehring et al, 2000).

Die Tiere wurden in Rückenlage auf dem Tisch fixiert und eine Atmungsmaske wurde um den rostralen Teil des Oberkiefers gelegt. Diese war so konstruiert, dass sie die Nase nicht einengte, die Oberlippe möglichst in ihrer natürlichen Position fixierte und mittels eines insufflierbaren Schlauches im Kontaktbereich der Glocke mit dem Oberkiefer abgedichtet werden konnte. Der Kontaktbereich im dorsalen Nasenbezirk lag deutlich hinter dem unbehaarten Nasenteil und im Gaumen kaudal von den Eckzähnen, so dass die Glocke die weichen Nasenanteile nicht

einengte. Der Leerraum zwischen der Glocke und dem Gaumen wurde mit einem Mehl-Wasser-Gemisch abgedichtet. In die Glockenkuppe mündete ein grosslumiger Schlauch, der mit einem Ventilator verbunden war. Der Ventilator war so konstruiert, dass seine Luftförderleistung durch den Nasenwiderstand nicht beeinträchtigt wurde und sein Luftstrom beliebig eingestellt werden konnte. Ein Manometer zeigte den Glockendruck an. Wenn der Ventilator lief, wurde im „steady state“ der Glockendruck registriert. Dieser sollte mit dem Nasenwiderstand korrelieren. Damit die Werte von Hunden mit verschiedener Körpergrösse vergleichbar waren, wurde die Flussrate individuell berechnet. Der Wert richtete sich nach dem metabolischen Körpergewicht, das in Ruhe bei Zimmertemperatur pro Minute eine bestimmte Menge Sauerstoff benötigte. Diese Gasmenge mit 5 multipliziert (Luft enthält nur 20% Sauerstoff) wurde pro Minute durch die Nase geblasen. Eine weitere Voraussetzung dafür, dass der Glockendruck tatsächlich ein Mass für den Nasenwiderstand darstellte, war, dass die Luft im Nasopharynx ungehindert entweichen konnte. Das wurde durch Zurückziehen des Gaumensegels mit einem Haken in rostraler Richtung erreicht.

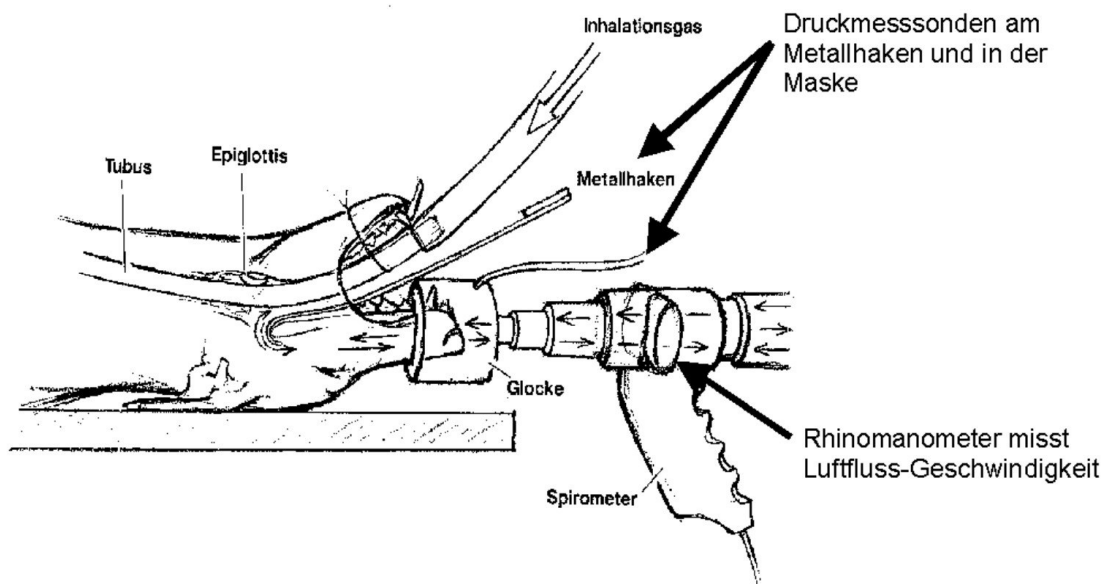


Abbildung 10: Versuchsanordnung der Rhinomanometrie

Berechnung der individuellen physikalischen Nasenparameter:

Druck-flow-Relation für jede Messung:

$$1) \Delta P = q_0 \cdot \text{flow}^{x_0}$$

q_0 : Widerstandsbeiwert

x_0 : Anstiegsfaktor. Der Faktor ist $x_0=1$ für laminare Strömung und geht gegen $x_0=2$ für zunehmend turbulente Strömung.

Für jeden Hund wurde ein individueller, auf sein metabolisches Körpergewicht ($=KG^{0.75}$) angepasster flow berechnet.

„Metabolischer“ flow:

$$2) \text{met.flow} = KG^{0.75} \cdot 0.036$$

Der Faktor 0.036 wurde aus der Beziehung zwischen dem metabolischen Körpergewicht und dem maximalen Luftfluss bei Spontanatmung gewonnen. (Aus den spontanen Atmungskurven wurden die individuellen, maximalen Luftstromwerte aller Inspirationen während einer Minute gemittelt. Diese wurden in Beziehung zum metabolischen Körpergewicht gesetzt, woraus sich der Faktor 0.036 ermitteln liess).

Der „metabolische“ flow stellt den Spitzenwert des Luftbedarfs eines Hundes der entsprechenden Grösse bei Ruheatmung dar.

Mit diesem met.flow kann man entsprechend Gleichung 1)

$$3) \Delta P_{\text{met.flow}} = q_0 \cdot \text{met.flow}^{x_0}$$

den dabei auftretenden Druck ($\Delta P_{\text{met.flow}}$) berechnen und erhält eine Vergleichsgrösse für den individuell benötigten Druckunterschied zur Durchströmung der Nase.

Der bei diesem „metabolischen“ flow wirkende Nasenwiderstand (Q):

$Q = \Delta P_{\text{met.flow}} / \text{met.flow}^2$

wobei Q, entsprechend allgemeiner Übereinkunft, auf das Quadrat der Strömung bezogen wird (Balli, 2004).

3.2.4 Fotografie des Nasenspiegels

Anschliessend wurde der Nasenspiegel beim immer noch intubierten Hund von frontal mit einem Massstab fotografiert und die Nasenbreite (Strecke A) und Nasenlöcherbreite (Strecke B) an der jeweils breitesten Stelle anhand der Fotos ausgemessen. Danach wurde das Verhältnis (x) der Breite des Nasenlochs zur Breite des halben Nasenspiegels ausgerechnet. Als Vergleich dienten die Werte von den 8 Beagle und von 14 nichtbrachycephalen Hunden verschiedener Rassen, die keine Atemwegsprobleme aufwiesen. Dabei wurden die Messwerte der nichtbrachycephalen Hunde als Normalbereich für nicht stenotische Nasenlöcher definiert.

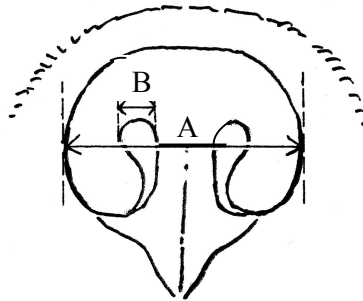


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Messstrecken am Nasenspiegel

Berechnung des Verhältnisses (x) der Breite der Nasenlöcher zur halben Nasenspiegelbreite:

$$x = \frac{\text{Strecke B}}{\frac{1}{2} \text{ Strecke A}}$$

3.2.5 Röntgen

Nach dem Fotografieren wurde von den Hunden Röntgenbilder des Thorax und des Schädels angefertigt. Vom Thorax wurde jeweils ein laterolaterales Bild und vom Schädel jeweils ein laterolaterales und ein dorsoventrales Röntgenbild

angefertigt. Anhand der Röntgenbilder wurden die Schädel der Hunde vermessen. Gemäss Balli (2004) wurde die Hirnschädellänge und die Gesichtsschädellänge ausgemessen und das Verhältnis dieser beiden Längen berechnet (S-Index) und anhand der Literatur der entsprechenden Gruppe zugeordnet. Anschliessend wurde nach der Methode von Evans (1993) der Schädelindex (Schädelbreite / Schädellänge) berechnet.

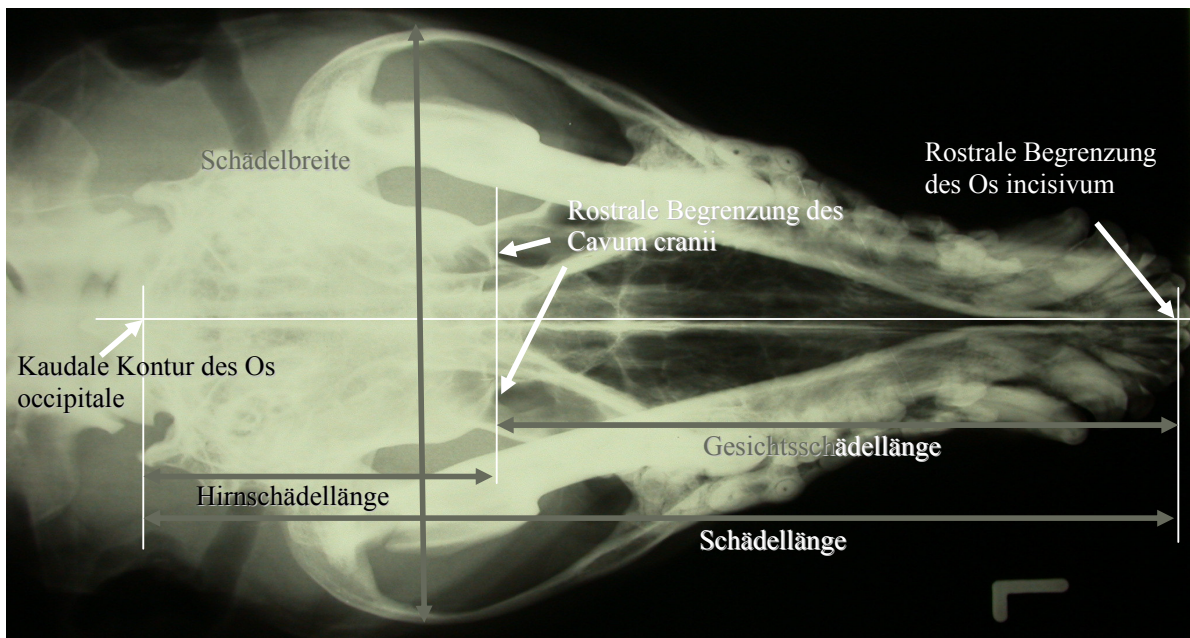


Abbildung 12: Dorsoventrales Röntgenbild eines dolichocephalen Hundekopfes mit Hilfslinien und Markierungspunkten zur Ausmessung des S-Index nach Balli (2004) und des Schädelindex nach Evans (1993)

Darauf hin wurde mit der Methode von Regodon et al. (1993) auf dem latero-lateralen Röntgenbild der kraniofaziale Winkel bestimmt. Auf den latero-lateralen Thoraxröntgenbildern wurde der Durchmesser der Trachea und der Durchmesser des Thoraxeinganges nach Harvey und Fink (1982) bestimmt und indexiert. Danach wurde der Durchmesser der Trachea (TD) im Vergleich zum Durchmesser des Thoraxeinganges (TI) berechnet (TD/TI).

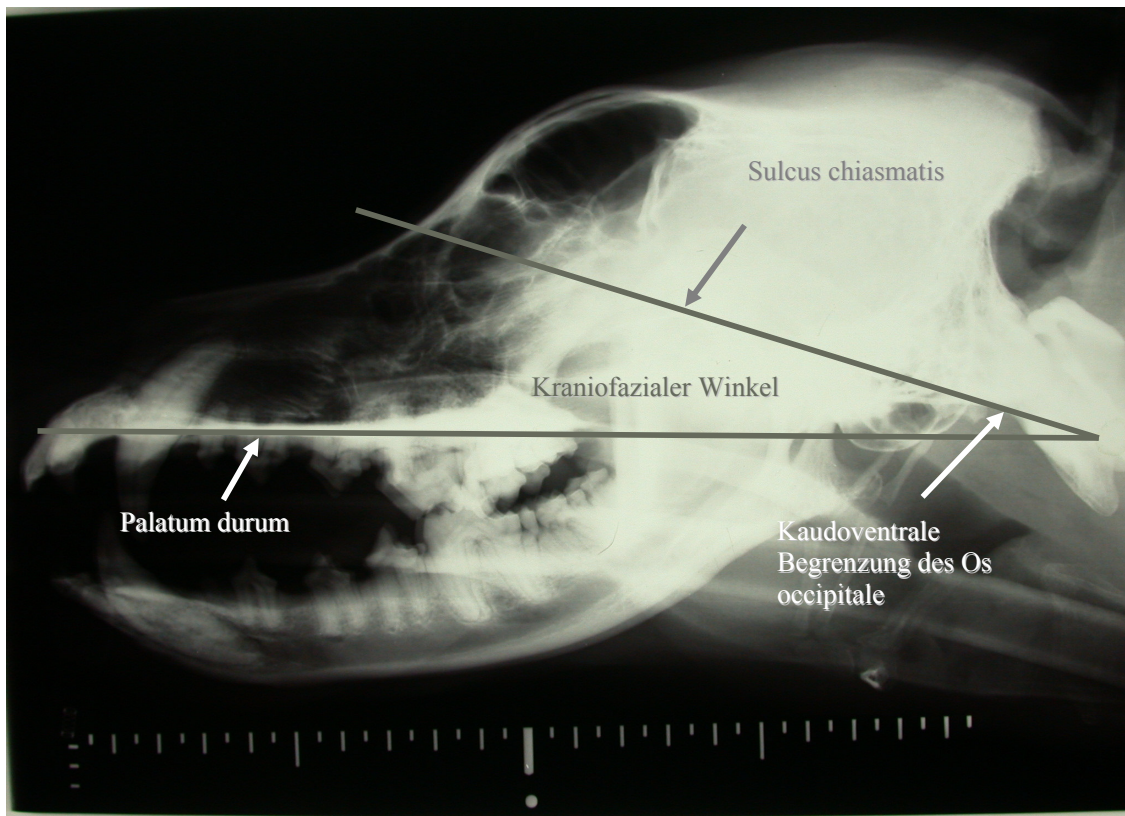


Abbildung 13: Röntgenbild eines dolichocephalen Hundekopfes nach latero-lateralem Strahlengang mit Hilfslinien und Fixpunkten zur Bestimmung des kraniofazialen Winkels nach Regodon et al. (1993)

3.3 Statistik

Alle Resultate wurden in ein Tabellenkalkulationsprogramm (Excel, Microsoft) übernommen und im Statistikprogramm Statview Version 5 analysiert.

Die Arbeitshypothese lautete: Die Testparameter der Norwich Terrier unterschieden sich von denjenigen der nichtbrachycephalen Hunde, aber nicht von denjenigen der brachycephalen Hunde.

Dabei wurden ein Vertrauensintervall (CI) von 95% berechnet, sowohl für die stetigen, wie auch die diskreten Variablen.

Die stetigen Variablen, wie die Röntgenparameter, die Nasenspiegelausmessungen und die Werte der Rhinomanometrie wurden mit einer einfachen Varianzanalyse mit dem Posthoc-Test nach Bonferroni ausgewertet.

Diskrete Variablen, wie die Atemgeräusche, Auslösbarkeit des Hustenreflexes, Veränderungen bei der Laryngoskopie, wurden mit einem Fisher-Exact-Test auf Unterschiede zwischen den Norwich Terriern und den nichtbrachycephalen Hunden getestet.

Das Signifikanzniveau betrug 5%.

4 Resultate

4.1 Anamnese und klinischer Untersuch

Laut Anamnese zeigten sechs der 23 Norwich Terrier Atemgeräusche, bei der Vergleichsgruppe der Beagle zeigte keiner der Hunde Atemgeräusche. Beim klinischen Untersuch lagen sämtliche Werte (Schleimhautfarbe, KFZ, Herzfrequenz und Atemfrequenz) bei den beiden Gruppen im Normalbereich. Die Auskultation des Herzens und des Respirationstraktes waren bei beiden Gruppen ohne abnorme Befunde. Bei der Palpation des Kehlkopfes und der Trachea konnten bei den Norwich Terriern in sieben Fällen Husten ausgelöst werden, bei der Vergleichsgruppe der Beagle konnte bei keinem Hund Husten ausgelöst werden.

Von der Vergleichsgruppe der brachycephalen Hunde lagen keine Daten vor.

4.2 Laryngoskopie

Bei den Norwich Terriern zeigten alle 23 untersuchten Hunde eine oder mehrere Veränderungen, bei der Vergleichsgruppe der Beagle war die Laryngoskopie bei allen untersuchten Hunden ohne besonderen Befund. Bei der Vergleichsgruppe der brachycephalen Hunde wurde keine Laryngoskopie durchgeführt.

Die Anzahl Norwich Terrier, die ein verlängertes Gaumensegel und vergrößerte Tonsillen aufwiesen, waren signifikant höher als bei den Beagle.

Tabelle 10 : Anamnese- und Laryngoskopiebefunde der 23 untersuchten Norwich Terrier und der acht Beagle

	Norwich Terrier (n=23)	Beagle (n=8)
	Anzahl betroffene Hunde	
Anamnese		
Atemgeräusch	6	0
Husten auslösbar	7	0
Laryngoskopie		
Verlängertes Gaumensegel	19	0
Vergrösserte Tonsillen	20	0
Evertierte Larynxtaschen	17	0
Kollabierte Proc. corniculatus	6	0
Kollabierte Proc. cuneiformis	4	0
Verengte Rima glottis	6	0
Larynxkollaps	1	0
Sichtbare Stimmfalten	4	0
Tracheahypoplasie	2	0

4.3 Rhinomanometrie

Bei der Rhinomanometrie wiesen die Norwich Terrier signifikant grössere Werte auf als die Beagle, jedoch waren die Werte nicht signifikant verschieden zu den Werten der brachycephalen Hunde.

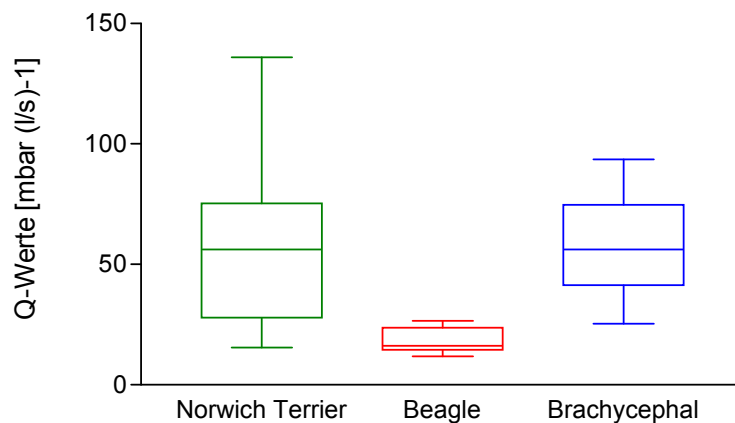


Abbildung 14: Ergebnisse der Rhinomanometrie bei den Norwich Terriern, den Beagle und den brachycephalen Hunden

4.4 Nasenspiegel

Beim Ausmessen der Nasenspiegel (Verhältnis Nasenlochbreite / $\frac{1}{2}$ Nasenspiegelbreite) wiesen die Norwich Terrier signifikant tiefere Werte auf, als die nichtbrachycephalen Hunde resp. Beagle.

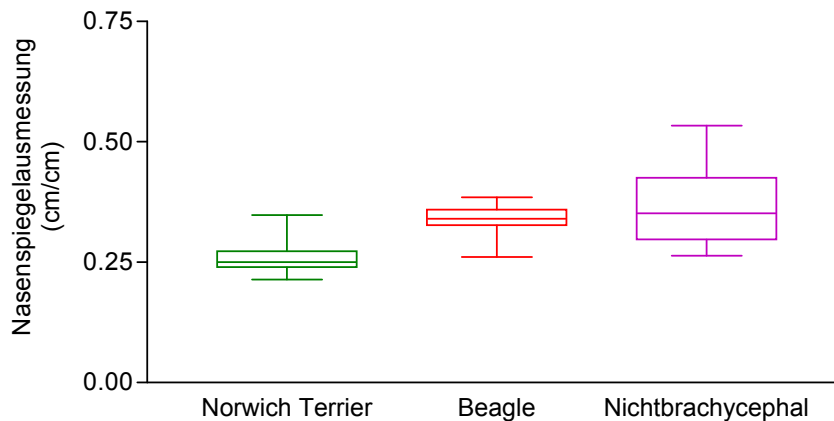


Abbildung 15: Ergebnisse der Nasenspiegelausmessung (Verhältnis Nasenlochbreite zu $\frac{1}{2}$ Nasenspiegelbreite) bei den Norwich Terriern, den Beagle und der Gruppe der nichtbrachycephalen Hunde

4.5 Röntgenbilder

4.5.1 Schädel-Index nach Balli (2004)

Beim Ausmessen der Röntgenbilder nach Balli (Hirnschädellänge im Verhältnis zu Gesichtsschädellänge: S-Index) lagen die Werte aller Norwich Terrier im Bereich, den Balli für brachycephale Hunde definiert hat. Die Werte der Vergleichsgruppe der Beagle lagen alle im Bereich normocephal.

Die Werte der Norwich Terrier waren signifikant höher als die Werte der Beagle, jedoch nicht signifikant höher als die Werte der brachycephalen Hunde.

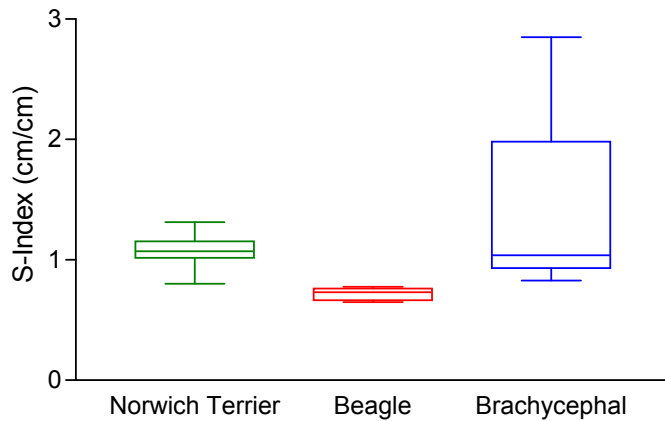


Abbildung 16: Ergebnis der Röntgenbildauswertung mit dem S-Index (Hirnschädellänge zu Gesichtsschädellänge) nach Balli (2004)

4.5.2 Schädelindex nach Evans (1993)

Bei der Auswertung der Röntgenbilder mit dem Schädelindex nach Evans (Schädelbreite im Verhältnis zur Schädellänge) lagen 22 Norwich Terrier im nach Evans definierten Bereich mesocephal und ein Norwich Terrier lag im Bereich dolichocephal. Die Werte der Vergleichsgruppe der Beagle lagen alle im Bereich mesocephal. Die Werte der brachycephalen Hunde lagen bei sechs Hunden im Bereich brachycephal, zwei Hunde lagen im Bereich mesocephal.

Die Werte der Norwich Terrier waren nicht signifikant unterschiedlich zu den Werten der Beagle, jedoch signifikant tiefer als die Werte der brachycephalen Hunde.

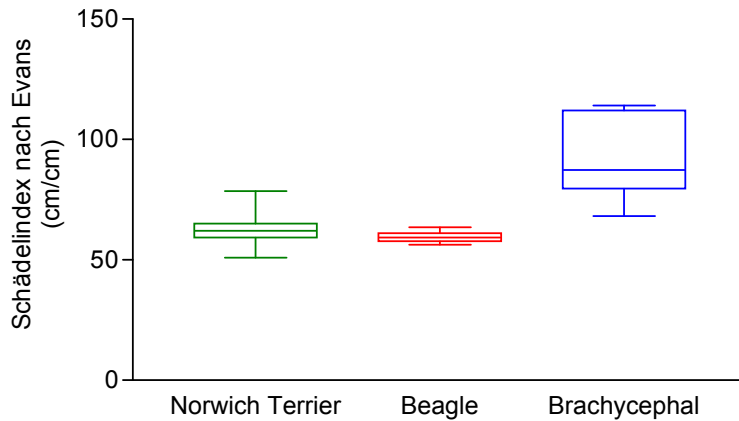


Abbildung 17: Ergebnisse der Röntgenbildauswertung mit dem Schädelindex (Schädelbreite zu Schädellänge) nach Evans (1993)

4.5.3 Kraniofazialer Winkel nach Regodon et al. (1993)

Bei den Norwich Terrier wiesen neun Hunde einen kraniofazialen Winkel auf, der in dem von Regodon definierten Bereich mesocephal lag. Die restlichen 14 Norwich Terrier wiesen Werte ausserhalb der Definitionsbereiche auf. Bei der Vergleichsgruppe der Beagle lagen zwei Hunde im Bereich dolichocephal, die restlichen acht Hunde wiesen Werte ausserhalb der Definitionsgrenzen auf. Bei den brachycephalen Hunde lagen vier Hunde im Bereich brachycephal, ein Hund im Bereich mesocephal und drei Hunde lagen ausserhalb der Definitionsgrenzen. Die Werte der Norwich Terrier waren nicht signifikant verschieden zu den Werten der Beagle, aber signifikant höher als die Werte der brachycephalen Hunde.

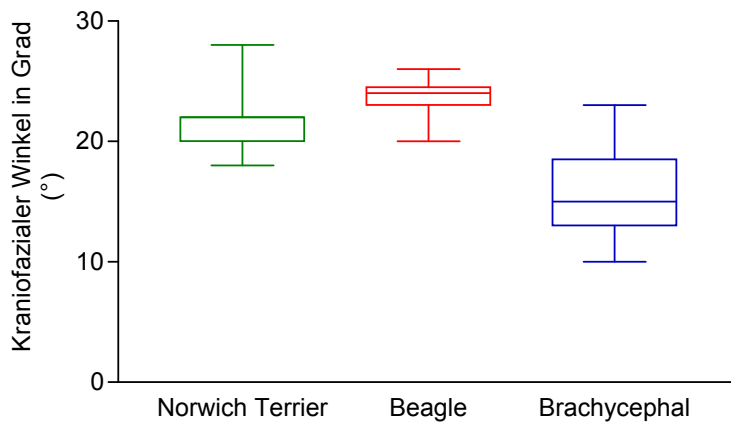


Abbildung 18: Ergebnisse der Röntgenbildauswertung mit dem Kraniofazialwinkel nach Regodon et al. (1993)

4.5.4 TD/TI nach Orsher (1993)

Das Ausmessen der Tracheadurchmesser und des Brustkorbeinganges nach Harvey und die Ausrechnung der TD/TI-Werte nach Orsher ergaben bei drei Norwich Terriern Werte wie sie nach Orsher normalerweise brachycephale Hunde aufweisen und bei 20 Norwich Terriern Werte im Bereich mesocephal. Bei keinem Norwich Terrier lag eine Tracheahypoplasie vor. Von den Vergleichsgruppen der Beagle und der brachycephalen Hunde lagen keine Thoraxröntgen vor.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methodik

In der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen am oberen Respirationstrakt von Norwich Terriern durchgeführt und die Ergebnisse mit Werten von brachycephalen und mesocephalen Hunden verglichen. Dabei sollte festgestellt werden, ob das brachycephale Syndrom auch bei Norwich Terriern vorkommt und somit der Norwich Terrier neu als brachycephale Rasse einzuordnen ist.

Bei den Untersuchungen wurden verschiedene Methoden herangezogen, um die drei Gruppen zu untersuchen. Als erstes wurde in der Anamnese erhoben, ob und in welchen Situationen die Tiere laut Besitzer Atemprobleme zeigen. Dabei mussten wir uns auf die Einschätzung der Besitzer verlassen und konnten nur überprüfen, ob die Tiere bei der Vorstellung ein Atemgeräusch zeigten. Bei der Untersuchung wurde die Auslösbarkeit des Hustenreflexs durch Druck auf Kehlkopf und Trachea geprüft, was jedoch keine sehr verlässliche Methode darstellte, da es immer vom Untersuchenden und dem angewandte Druck abhing, ob nun wirklich ein Husten ausgelöst werden konnte oder nicht.

Die Hunde wurden danach anästhesiert und eine Laryngoskopie und Endoskopie der Trachea durchgeführt. Die Beurteilung des verlängerten Gaumensegels war sowohl abhängig von der Anästhesietiefe, der Lage des Kopfes und von der Stärke des Zuges an der Zunge, sowie auch von der Einschätzung des Untersuchenden. Somit war dieses Vorgehen keine absolut objektive Methode zur Beurteilung um wieviel genau das Gaumensegel verlängert war. Es konnte aber eindeutig festgestellt werden, ob das Gaumensegel verlängert war oder nicht, wobei als Referenzpunkt für den 0%-Punkt der Epiglottisrand herangezogen wurde. Die Beurteilung der Tonsillen, der Larynxtaschen, der Proc. cuneiformis und corniculati, der Rima glottis, der Stimmfalten und des Laryngeal- und Trachealkollaps erfolgte nach dem ja/nein-Prinzip und war daher einfacher zu beurteilen.

Als Vergleich dienten dazu bei den brachycephalen Hunden die Daten, die Harvey (1982b) (Tabelle im Anhang) in seiner Studie erhoben hat.

Die Rhinomanometrie als Methode wurde schon in den Untersuchungen von Balli (2004) und Nad (2004) evaluiert und als reproduzierbar und zuverlässig im Gebrauch zur Unterscheidung von brachycephalen und nichtbrachycephalen Hunden gewertet.

Anschliessend wurden die Nasenspiegel der intubierten Hund und ein Massstab fotografiert und anhand der Fotos ausgemessen. Dabei war es aufgrund der dunklen Schatten in den Nasenlöchern nicht immer ganz einfach die korrekten Abmessungen durchzuführen.

Bei der Auswertung der Röntgenbilder haben wir verschiedene Methoden angewendet. Bei der Methode nach Balli (2004) wurde das Verhältnis der Hirnschädellänge zur Gesichtsschädellänge ausgemessen. Mit dieser Methode liessen sich alle Hunde definitiv einordnen. Sie hat sich als einzige Methode unter den Ausmessungen der Röntgenbilder als zuverlässig und einfach anwendbar erwiesen.

Nach Regodon et al. (1993) haben wir anhand der Röntgenbilder den Kraniofazialwinkel ausgemessen. Allerdings sind auch bei dieser Methode nur bestimmte Winkelbereiche zwischen 9° - 14° , 19° - 21° und 25° - 26° definiert, so dass die meisten unserer Hunde Werte ausserhalb der Definitionsgrenzen aufwiesen und diese Methode für unsere Untersuchungen nicht geeignet war. Erschwerend kam noch hinzu, dass das Einzeichnen des Winkels anhand der vorgegebenen Orientierungspunkte auf den Röntgenbildern schwierig war, da die Orientierungspunkte meist nicht ganz genau eruiert werden konnten.

Bei der Auswertung nach Evans (1993) wurden die Röntgenbilder mit dem sogenannten Schädelindex (Schädelbreite x 100 / Schädellänge) ausgemessen.

Bei dieser Methode konnten wir, im Gegensatz zu der oben genannten Methode, alle Hunde definitiv einem Bereich zuordnen.

5.2 Diskussion der Resultate

Verschiedene Parameter wurden für die Einteilung der Norwich Terrier in die entsprechenden Kategorien herangezogen. Für eine abschliessende Einteilung sollen diese nun katalogisiert und gewertet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige davon sich auf die Schädelform beziehen, andere auf das Syndrom.

Folgende Parameter sprachen für eine Einteilung der Norwich Terrier zu den brachycephalen Rassen:

- Werte der Nasenspiegelausmessungen: Die Norwich Terrier wiesen signifikant kleinere Werte auf, als die Vergleichsgruppe der Beagle und der nicht-brachycephalen Hunde, so dass anzunehmen ist, dass die Norwich Terrier kleinere Nasenlöcher haben als die nichtbrachycephalen Hunde. Aufgrund dieser kleineren Nasenlöcher haben sie vermutlich einen erhöhten Atemwiderstand, ähnlich wie die brachycephalen Hunde (Aron und Crowe, 1985).
- Verlängerung des Gaumensegels: Die Norwich Terrier wiesen ähnliche Werte auf wie die Vergleichsgruppe der brachycephalen Hunde nach Harvey (1982b). Die Anzahl der Norwich Terrier mit einer Gaumensegelverlängerung war signifikant höher (19 von 23 Hunden betroffen) im Vergleich zu den Beagle, von denen keiner der Hunde eine Gaumensegelverlängerung aufwies.
- Vergrösserung der Tonsillen: Es herrschten ähnliche Verhältnisse wie bei der Verlängerung des Gaumensegels.
- Ergebnisse der Rhinomanometrie: Die Norwich Terrier wiesen signifikant kleinere Werte auf, als die Vergleichsgruppen der Beagle, aber keine signifikanten Unterschiede zu den Werten der brachycephalen Hunde.
- Längen-Längen-Index nach Balli (2004): Bei der Auswertung der Röntgenbilder nach Balli lagen alle Norwich Terrier im Bereich brachycephal. Die Vergleichsgruppe der Beagle wies Werte auf, die im normocephalen Bereich lagen.

Diese Ergebnisse lassen die Folgerung zu, dass die Norwich Terrier gemäss Balli zu den brachycephalen Rassen zu zählen sind.

Folgende Parameter sprachen nicht für eine Einteilung der Norwich Terrier zu den brachycephalen Rassen:

- Kraniofazialer Winkel nach Regodon et al. (1993): Bei dieser Methode waren nur bestimmte Winkelbereiche zwischen 9 und 14°, 19-21° und 25-26° definiert. Aufgrund dieser engen Definitionsgrenzen liessen sich nur 10 Norwich Terrier definitiv als mesocephal einteilen. Die restlichen Norwich Terrier wiesen alle Werte ausserhalb der Definitionsgrenzen nach Regodon auf. Bei den untersuchten Beagle liessen sich ein Hund als mesocephal und zwei Hunde als dolichocephal definieren, die restlichen fünf Hunde lagen alle im Bereich zwischen meso- und dolichocephal. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die Norwich Terrier nach Regodon et al. (1993) als mesocephal einzuteilen sind.
- Schädelindex nach Evans (1993): Anhand dieser Auswertung konnten 22 Norwich Terrier als mesocephal eingestuft werden, ein Norwich Terrier lag sogar im Bereich dolichocephal. Bei der Vergleichsgruppe der Beagle lagen alle Hunde im Bereich mesocephal. Bei dieser Methode war es möglich, alle Hunde definitiv einem Bereich zuzuordnen. Aufgrund dieser Ergebnisse sind die Norwich Terrier gemäss Evans (1993) ebenfalls zu den mesocephalen Hunden zu zählen.

Folgende Parameter lassen keine eindeutige Klassifizierung zu:

- die Auswertung der Thoraxröntgenbilder nach Harvey und Fink (1982) und Orsher (1993) ergaben bei keinem Norwich Terrier eine Tracheahypoplasie. Die Tracheadurchmesser von 21 Norwich Terriern lagen im Bereich normaler Hunde.

Tabelle 11 : Einteilung der Norwich Terrier in die Gruppen brachy-, meso- und dolichocephal gemäss den Resultaten

	<i>Dolichocephal</i>	<i>Mesocephal</i>	<i>Brachycephal</i>
Nasenspiegel			X
Gaumensegelverlängerung			X
Vergrösserte Tonsillen			X
Rhinomanometrie			X
Längen-Längen-Index nach Balli (S-Index)			X
Schädelindex nach Evans		X	
Kraniofazialer Winkel nach Regodon		X	

Die Wertung dieser Parameter unterliegt keiner Richtlinie. Auffallend ist jedoch, dass sämtliche anamnestischen, klinischen und funktionellen Parameter wie Anamnese, Nasenspiegelausmessung, Gaumensegellänge, Befunde im Naso- und Oropharynx und Rhinomanometrie den Schluss nahe legen, dass der Norwich Terrier am brachycephalen Syndrom leidet. Diese Befunde wurden in der Literatur übereinstimmend als die Kardinalsymptome des Syndromes beschrieben (Knecht, 1979; Harvey, 1982d; Aron und Crowe, 1985; Wykes, 1991; Hobson, 1995; Koch et al., 2003) und sind auch diejenigen, welche erfolgreich chirurgisch therapiert werden.

Die morphometrischen Parameter wie Längen-Längen-Index nach Balli, Längen-Breiten-Index und kraniofazialer Winkel führten nicht zur selben Einteilung. Nur der Längen-Längen- Index nach Balli sprach für einen brachycephalen Hund.

Es handelt sich beim Norwich Terrier also um einen Hund, der aufgrund seiner Kopfform nicht unbedingt als brachycephal, allerdings aufgrund seiner Symptomatik und seiner Befunde am Nasenspiegel und Gaumensegel als brachycephal eingestuft werden muss. Die Bestätigung der Klinik und der Befunde findet

sich in den Rhinomanometriewerten. Die Arbeit von Balli (2004) hat einen klaren Zusammenhang zwischen diesen Druckmessungen und dem brachycephalen Syndrom gezeigt. Dabei handelt es sich selektiv um die Messung des Nasenwiderstandes zwischen Nasenspiegel und Gaumensegel, wobei die Länge des Gaumensegels die Resultate nicht beeinflusste. Das Syndrom entsteht also auch bei den Norwich Terrier in der Nasenpassage, welche für rund 76 % des gesamten Atemwegwiderstandes verantwortlich ist. Aus der Strömungslehre ist bekannt, dass schon geringe Änderungen im Querschnitt grosse Schwankungen im Fluss- und im Strömungsverhalten auslösen können. Man muss annehmen, dass bei den Norwich Terriern marginale Kopfformveränderungen, ausgedrückt durch den sich Richtung Brachycephalie bewegenden Längen-Längen-Index, den Luftfluss in der Nase derart beeinflussen, dass das brachycephale Syndrom entstehen kann. Atemwegswiderstand und Druckverhältnisse entsprechen denjenigen bei anerkannt brachycephalen Hunden.

Aufgrund der kaum veränderten Kopfform im Vergleich mit den nichtbrachycephalen Rassen muss auch die Bedeutung des Nasenspiegels resp. des Einganges für die Atemluft überdacht werden. Die signifikanten Unterschiede im Querschnitt der Nüstern können bedeuten, dass einerseits die gesamte Morphologie der Turbinaria im Vergleich zur benötigten Durchflussleistung zu gering ausgefallen ist. Im Rahmen unserer Studie haben wir allerdings keine Methode entwickeln können, welche uns für verschiedene Abschnitte selektiv eine Querschnittsaussage liefert. Versuche mit der sogenannten akustischen Rhinomanometrie, welche den Querschnitt der Nasenöffnung in Abhängigkeit der Distanz vom Nasenspiegel liefert, wurden als nicht reproduzierbar qualifiziert (persönliche Mitteilung, D. Koch, 2002). Auf der anderen Seite ist der Nasenspiegel resp. die Öffnung, welche die Plica alaris formt, der erste Kontakt der Einatemungsluft mit dem Hund. Hier sollte aufgrund der physiologischer Überlegungen die strengste Selektion stattfinden. Das heisst, dass die Filterung der Luft hier wohl mit dem engsten Netz stattfindet.

Eine Bestätigung dessen findet sich in der Tatsache, dass die im Sport angewendeten „nasal dilator strips“, welche beim Menschen die Nüstern weiten, eine signifikante Verbesserung der physiologischen Leistung erbringen (Gehring et al., 2000).

Auf die Norwich Terrier bezogen bedeuten diese Zusammenhänge, dass der Eingang in die Nase den wohl entscheidendsten Teil zur Entstehung des Syndromes beisteuert. Die Selektion auf minimal kürzere Nasen führt offenbar zunächst zu einer Verkürzung des rostralen Teiles des Gesichtsschädels und erst bei fortschreitender Zucht Richtung Brachycephalie auch zu einer Kürzung des kaudalen Teiles. Hinsichtlich der Prioritäten des Hundes heisst dies, dass die Respirationsleistung (kraniale und mittlere Anteile) als weniger wichtig eingeschätzt wird als die Riechleistung (kaudale Anteile). Dadurch erscheint es auch als möglich, dass der zur Weitung der Nasenmuscheln dienende M. levator nasolabialis seine Leistung vermindert und bei einer Inspiration, anstatt die Nüstern zu weiten, aufgrund seiner Degeneration die Nüstern in den Luftstrom einfallen lässt.

Die Frage nach dem langen Gaumensegel ist damit nicht geklärt. Wie die Norwich Terrier zeigen, kann die Ursache nicht darin liegen, dass normal lange Weichteile in einem verkürzten Schädel liegen. Die naheliegendste Erklärung bleibt der Unterdruck im Nasopharynx, welcher vor allem bei Junghunden eine Verlängerung des Gaumensegels bewirken könnte. Zur Sicherung dieser Hypothesen könnten histologische Untersuchungen des Gaumensegels und Longitudinalstudien an wachsenden Norwich Terriern und brachycephalen Hunden dienen.

5.3 Schlussfolgerungen

Die Norwich Terrier zeigen ein Atemwegssyndrom das dem brachycephalen Syndrom sehr ähnlich ist. Allerdings zeigen die Norwich Terrier keine verkürzte

Schädelform wie die brachycephalen Hunde und sind daher auch nicht als brachycephale Rasse einzustufen. Es ist deshalb anzunehmen, dass das brachycephale Syndrom nicht nur bei brachycephalen Hunden vorkommt oder anders ausgedrückt, dass das brachycephale Syndrom eigentlich neu als oberes Respirations-trakt-Widerstands-Syndrom, upper respiratory tract resistance syndrom (URTRS), benannt werden muss.

Allerdings zeigen die Norwich Terrier die gleichen klinischen Symptome wie die brachycephalen Hunde (enge Nasenlöcher, verlängertes Gaumensegel, vergrößerte Tonsillen), wobei auch hier nicht geklärt werden konnte, ob das verlängerte Gaumensegel primärer oder sekundärer Natur ist.

Bei der Unterscheidung von brachycephalen und nichtbrachycephalen Hunden gibt es vier geeignete Parameter zur Einteilung:

- das Ausmessen der Nasenspiegel
- die Gaumensegellänge
- die Rhinomanometriewerte
- der S-Index nach Balli (2004)

Diese Werte erwiesen sich als zuverlässig. Das einzig objektive Kriterium war allerdings die Rhinomanometrie. Sie hat sich auch in anderen Studien als geeignet für die Beurteilung betreffend brachycephales Syndrom erwiesen.

Die Klassifizierung aufgrund der verschiedenen Schädelindizes anhand der Röntgenbilder nicht zu empfehlen, da die Hunde aufgrund der Definitionsgrenzen vielfach nicht zugeordnet werden können und da es brachycephale Hunde ohne das brachycephale Syndrom und mesocephale Hunde mit dem brachycephalen Syndrom gibt.

Die Studien von Maza (2003) und Slater (2004) sind zu ganz ähnlichen Ergebnissen gekommen; auch hier zeigten ein relativ grosser Prozentsatz der Hunde Atemwegsprobleme. Die Probleme dieser Hunde waren auch hauptsächlich auf ein verlängertes Gaumensegel zurückzuführen, ähnlich wie in unserer Studie.

Als Empfehlung an die Züchter von Norwich Terriern und anderen Rassen, von denen bekannt ist, dass Hunde sporadisch an Problemen ähnlich wie das brachycephale Syndrom leiden, soll gelten, dass nur respiratorisch gesunde Hunde ohne Gaumensegelverlängerung und mit breiten Nasenöffnungen zur Zucht zugelassen werden sollen. Als objektives Kriterium soll die Rhinomanometrie herbeigezogen werden.

6 Literaturverzeichnis

- Amis, T. C. und C. Kurpershoek** (1986). *"Pattern of breathing in brachycephalic dogs"*. Am J Vet Res 47(10): 2200-4.
- Aron, D. N. und D. T. Crowe** (1985). *"Upper airway obstruction. General principles and selected conditions in the dog and cat"*. Vet Clin North Am Small Anim Pract 15(5): 891-917.
- Balli, A.** (2004). *Teil A: Radiologische Methode zur Klassifizierung der Schädeltypen und Beurteilung des Brachycephaliegrades beim Hund, Teil B: Rhinomanometrische Parameter bei gesunden Hunden mit unterschiedlichem Brachycephaliegrad (Dissertation)*. Klinik für Kleintierchirurgie. Zürich, Universität Zürich.
- Bredal, W. P.** (1998). *"Pneumonyssoides caninum infection-a risk factor for gastric dilatation-volvulus in dogs"*. Vet Res Commun 22(4): 225-231.
- Brehm, H.** (1985). *"Schädelformen beim Hund"*. Zbl Vet Med C Anat Histol Embryol 14: 324-331.
- Clark, G. N. und K. R. Sinibaldi** (1994). *"Use of a carbon dioxide laser for treatment of elongated soft palate in dogs"*. J Am Vet Med Assoc 204(11): 1179-1781.
- Cook, W. R.** (1964). *"Observations on the upper respiratory tract of the dog and cat"*. J Small Anim Pract 5: 309-329.
- Dahme, E.** (1988). *"Stütz- und Bewegungsapparat"*. Grundriss der speziellen Anatomie der Haustiere. E. Dahme and E. Weiss. Stuttgart, Enke Verlag: 314 - 351.
- Dawes, J. D. R.** (1952). *"The course of the nasal airstreams"*. J Laryngol Otol 66: 583-593.
- Evans, H. E.** (1993). *Millers' anatomy of the dog*. Philadelphia, WB Saunders Company.
- Farquharson, J. und D. W. Smith** (1942). *"Resection of the soft palate in the dog"*. J Am Vet Med Assoc 100: 427-430.
- FCI** (1987). *"FCI Standard Nr. 72d"*. Gültiger Original- Rasse-Standard der Fédération cynologie internationale (FCI).

Fingland, R. B. (2000). *"Obstructive upper airway disorders"*. Saunders manual of small animal practice. Birchard and Shering. Philadelphia, W.B. Saunders company. 1: 629-641.

Gehring, J. M. (2000). *"Nasal resistance and flow resistive work of nasal breathing during exercise: effects of a nasal dilator strip"*. J Appl Physiol 89: 1114 -1122.

Hardie, E. (1998). *"Abnormalities of the thoracic bellows: stress fractures of the ribs and hiatal hernia"*. J Vet Intern Med 12: 279-287.

Harvey, C. E. (1982a). *"Upper airway obstruction surgery 1: Stenotic nares surgery in brachycephalic dogs"*. J Am Anim Hosp Assoc 18: 535-537.

Harvey, C. E. (1982b). *"Upper airway obstruction surgery 2: Soft palate resection in brachycephalic dogs"*. J Am Anim Hosp Assoc 18: 538-544.

Harvey, C. E. (1982c). *"Upper airway obstruction surgery 3: Everted laryngeal sacculi surgery in brachycephalic dogs"*. J Am Anim Hosp Assoc 18: 545-547.

Harvey, C. E. (1982d). *"Upper airway obstruction surgery 8: Overview of Results"*. J Am Anim Hosp Assoc 18: 567-569.

Harvey, C. E. und E. Fink (1982). *"Tracheal diameter: analysis of radiographic measurements in brachycephalic and nonbrachycephalic dogs"*. J Am Anim Hosp Assoc 18: 570-576.

Hendricks, J. C. (1992). *"Brachycephalic airway syndrome"*. Vet Clin North Am Small Anim Pract 22(5): 1145-53.

Hendricks, J. C. (1995). *"Recognition and treatment of congenital respiratory tract defects in brachycephalics"*. Kirk's veterinary therapy XII. J. D. Bonagura: 892 - 894.

Hobson, H. P. (1995). *"Brachycephalic syndrome"*. Semin Vet Med Surg (Small Anim) 10(2): 109-114.

Knecht, C. D. (1979). *"Upper airway obstruction in brachycephalic dogs"*. Comp Cont Educ Pract Vet 1: 25-31.

Koch, D. (2003). *"Brachycephalic syndrome in dogs"*. Comp Cont Educ Pract Vet 25: 48-55.

Leonard, H. D. (1957). *"Eversion of the lateral ventricles of the larynx in the dog"*. J Am Vet Med Assoc 13: 83-84.

- Lung, M. A., R.** (1984). *"Control of nasal vasculature and airflow resistance in the dog"*. J Physiol 349: 535-551.
- Maza, B.** (2003). *Atemwegsbelastungen beim Norwich Terrier; Erhebungsbogen-Aktion*. Keltersbach, Klub für Terrier e.V. Deutschland: 1-4.
- McCaffrey, T. V. und E. B. Kern** (1979). *"Response of nasal airway resistance to hypercapnia and hypoxia in the dog"*. Acta Otolaryngol 87(5-6): 545-553.
- Montavon, P. M.** (2000). *Le syndrome brachycephalique*. Proceedings, 1ères rencontres Franco-Suisses, Lausanne.
- Nad, N.** (2004). *Nasaler Widerstand beim Hund: Reproduzierbarkeit der Rhinomanometrie (Dissertation)*. Klinik für Kleintierchirurgie. Zürich, Universität Zürich.
- Nickel, R.** (2001). *"Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem"*. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1, Bewegungsapparat. R. Nickel, A. Schummer and E. Seiferle. Berlin, Hamburg, Paul Parey: 11 - 229.
- Ohnishi, T. und J. H. Ogura** (1969). *"Partitioning of pulmonary resistance in the dog"*. Laryngoscope 79: 1847-1878.
- Ohnishi, T.** (1971). *"Effects of nasal obstruction upon the mechanics of the lung in the dog"*. Laryngoscope 81: 220-225.
- Orsher, R. J.** (1993). *"Brachycephalic airway disease"*. Disease Mechanisms in Small Animal Surgery. J. Bojrab. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins
- Räber, H.** (1995). *"Norwich und Norfolk Terrier"*. Enzyklopädie der Rassehunde. H. Räber, München, Kosmos. 2: 164-174.
- Radlinsky, M. G.** (1997). *"Evaluation of the Palmaz stent in the trachea and the mainstem bronchi of normal dogs"*. Veterinary surgery 26(2): 99-107.
- Regodon, S.** (1993). *"Craniofacial angle in dolicho-, meso- and brachycephalic dogs: radiological determination and application"*. Anat Anz 175(4): 361-3.
- Schmidt-Nielsen** (1970). *"Panting in dogs: unidirectional air flow over evaporative surfaces"*. Science 169: 1102-1104.
- Schwarz, T.** (2000). *"Radiographic anatomy of the cribriform plate (Lamina cribrosa)"*. Vet Radiol Ultrasound 41(3): 220-5.

Singleton, W. B. (1962). *"Partial velum palatiectomy for relief of dyspnea in brachycephalic breeds"*. J Small Anim Pract 3: 215-216.

Slater, M. (2004). *Report for the Norwich Terrier health survey*. Texas, Norwich and Norfolk Terrier Club of America.

Stolovitzky, J. P. und N. W. Todd (1990). *"Head shape and abnormal appearance of tympanic membrans"*. Otolaryngol Head Neck Surg 102: 322-325.

Suter, P. F. (2001). *"Respirationsapparaterkrankungen"*. Praktikum der Hundeklinik. H. G. Niemand and P. F. Suter. Berlin, Paul Parey. 1: 505-551.

Toombs, J. P. und R. M. Hardy (1981). *"Neurologic signs associated with congenital anomalies in a Yorkshire terrier"*. Vet Med Small Anim Clin 76(2): 207-214.

Venker-van Haagen, A. (1992). *Chronische Erkrankungen der oberen Atemwege*. Proceedings SVK Tage, Lausanne.

Verhaert, L. (2001). *"Oral pathologies"*. Handbook of canine and feline dentistry. C. Gorrel, P. Hennet and L. Verhaert. Nice, Choc Pub: 23-49.

Willemse, T. (1991). *Clinical dermatology of dogs and cats*. Utrecht, Bunge.

Wilson, F. D. (1960). *"Staphylotomy in a dachshound"*. Indian Vet J 37: 639-642.

Woolcock, A. J. (1969). *"Effect of vagal stimulation on central and peripheral airways in dogs"*. J Appl Physiol 26(6): 806-813.

Wykes, P. M. (1991). *"Brachycephalic airway obstructive syndrome"*. Probl Vet Med 3(2): 188-97.

7 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, insbesondere:

Herrn Dr. med. vet. Diplomate ECVS D. Koch für die wissenschaftliche und technische Leitung des Projektes und die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche.

Herrn Prof. Dr. P. M. Montavon für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die Übernahme des Referates.

Herrn Prof. Dr. H Geyer für die Übernahme des Korreferates und die raschen Korrekturen.

Frau Dr. M. Roos für ihre Berechnungen und die Hilfe für den statistischen Teil der Arbeit.

Frau E. Lang und Frau E. Schwarz für die Erstellung der Röntgenbilder.

Frau H. Gisin für die Unterstützung des Projektes und ihre aktive Mithilfe und allen Schweizer Norwich Züchtern für die bereitwillige Teilnahme an dem Projekt.

Frau B. Maza für die Bereitstellung der Daten ihrer Umfrage über Norwich Terrier.

Herr M. Haab für die Erstellung der Abbildungen.

Anhang

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rassestandard des Norwich Terrier	9
Tabelle 2: Umfrageergebnisse bei 251 Besitzern von Norwich Terriern nach Slater, 2004)	11
Tabelle 3: Auswertung der Erhebungsbogen-Aktion bei 227 Norwich Terriern: Atembelastungen beim Norwich Terrier (Maza, 2003)	12
Tabelle 4: Atemwegserkrankungen der ausgewerteten Norwich Terrier (Maza, 2003)	13
Tabelle 5: Messwerte nach Evans (1993)	18
Tabelle 6: Messwerte nach Brehm et al. (1985)	18
Tabelle 7: Einteilung verschiedener Hunderassen nach Brehm et al. (1985)	19
Tabelle 8: Messwerte nach Regodon et al. (1993)	20
Tabelle 9: Durchschnittliche TD/TI-Werte nach Orsher, 1993):	32
Tabelle 10 : Anamnese- und Laryngoskopiebefunde der 23 untersuchten Norwich Terrier und der Beagle	45
Tabelle 11 : Einteilung der Norwich Terrier in die Gruppen brachy-, meso- und dolichocephal gemäss den Resultaten	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 und 2: Norwich Terrier, typische Vertreter seiner Rasse	8
Abbildung 3: Schematische Darstellung der Anatomie der oberen Atemwege bei einem brachycephalen Hund	16
Abbildung 4: Messungen am Oberschädel eines brachycephalen Hundes. Grafische Darstellung der einzelnen Mess-Strecken nach Brehm et al. (1985) und Evans (1993)	17
Abbildung 5: Messung am Oberschädel eines brachycephalen Hundes. Grafische Darstellung des kraniofazialen Winkels nach Regodon et al. (1993)	20
Abbildung 6: Schematische Darstellung des verlängerten Gaumensegels bei einem brachycephalen Hund und Operationsplanung bei der Kürzung	23
Abbildung 7: Schematische Darstellung der Operation stenotischer Nasenlöcher von rostral	28
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Operation eines verlängerten Gaumensegels	30
Abbildung 9: Röntgenbild eines Hundethorax nach laterolateralen Strahlengang mit Hilfslinien zur Bestimmung des Durchmessers der Trachea (TD) und des Thoraxeinganges (TI)	32
Abbildung 10: Versuchsanordnung der Rhinomanometrie	38
Abbildung 11: Schematische Darstellung der Messstrecken am Nasenspiegel	40

Abbildung 12: Dorsoventrales Röntgenbild eines dolichocephalen Hundekopfes mit Hilfslinien und Markierungspunkten zur Ausmessung des S-Index nach Balli (2004) und des Schädelindex nach Evans (1993)	41
Abbildung 13: Röntgenbild eines dolichocephalen Hundekopfes nach latero-lateralem Strahlengang mit Hilfslinien und Fixpunkten zur Bestimmung des kraniofazialen Winkels nach Regodon et al. (1993)	42
Abbildung 14: Ergebnisse der Rhinomanometrie bei den Norwich Terriern, den Beagle und den brachycephalen Hunden	45
Abbildung 15: Ergebnisse der Nasenspiegelausmessung (Verhältnis Nasenlochbreite zu $\frac{1}{2}$ Nasenspiegelbreite) bei den Norwich Terriern, den Beagle und der Gruppe der nichtbrachycephalen Hunde	46
Abbildung 16: Ergebnis der Röntgenbildauswertung mit dem S-Index (Hirnschädellänge zu Gesichtsschädellänge) nach Balli (2004)	47
Abbildung 17: Ergebnisse der Röntgenbildauswertung mit dem Schädelindex (Schädelbreite zu Schädellänge) nach Evans (1993)	48
Abbildung 18: Ergebnisse der Röntgenbildauswertung mit dem Kraniofazialwinkel nach Regodon et al. (1993)	49

Population der untersuchten Norwich Terrier

Rasse	Nummer	Gewicht	Geschlecht
Norwich Terrier	N1	6,5kg	weiblich
Norwich Terrier	N2	6,4kg	weiblich kastriert
Norwich Terrier	N3	8,5kg	männlich
Norwich Terrier	N4	6,3kg	männlich
Norwich Terrier	N5	5,4kg	weiblich
Norwich Terrier	N6	5,5kg	weiblich
Norwich Terrier	N7	6,2kg	weiblich
Norwich Terrier	N8	6,6kg	männlich
Norwich Terrier	N9	7,6kg	männlich
Norwich Terrier	N10	6,8kg	männlich
Norwich Terrier	N11	6,5kg	weiblich kastriert
Norwich Terrier	N12	5,6kg	männlich
Norwich Terrier	N13	5,5kg	weiblich
Norwich Terrier	N14	5,7kg	weiblich
Norwich Terrier	N15	8,8kg	männlich
Norwich Terrier	N16	6,6kg	weiblich
Norwich Terrier	N17	6,2kg	weiblich
Norwich Terrier	N18	8,2kg	weiblich
Norwich Terrier	N19	6,2kg	weiblich
Norwich Terrier	N20	4,7kg	weiblich
Norwich Terrier	N21	6,2kg	männlich
Norwich Terrier	N22	5kg	weiblich
Norwich Terrier	N23	6,2kg	weiblich

Population der untersuchten nichtbrachycephalen Hunde

Rasse	Nummer	Gewicht	Geschlecht
Beagle	B1	8,5kg	weiblich
Beagle	B2	8,3kg	weiblich
Beagle	B3	8,5kg	weiblich
Beagle	B4	8,2kg	weiblich
Beagle	B5	8,5kg	weiblich
Beagle	B6	10,3kg	weiblich
Beagle	B7	9kg	weiblich
Beagle	B8	8,9kg	weiblich
West Highland Terrier	D1	7,8kg	weiblich kastriert
Silky Terrier	D2	3,7kg	weiblich
Malinois	D3	28,8kg	männlich kastriert
Cocker Spaniel-Mix	D4	12,5kg	männlich
Labrador Retriever	D5	30,1kg	männlich kastriert

Jack Russell Terrier	D6	4,6kg	männlich
Briard	D7	26,7kg	weiblich
Mittelpudel	D8	8,3kg	männlich kastriert
Bergamasker-Mix	D9	28,8kg	weiblich
Dackel	D10	7,8kg	männlich
Englisch Cocker Spaniel	D11	14,5kg	männlich
Sennenhund-Mix	D12	32,4kg	männlich kastriert
Australian Shepherd	D13	15,4kg	weiblich kastriert
Mischling	D14	11,3	männlich kastriert

Population der untersuchten brachycephalen Hunde

Rasse	Nummer	Gewicht	Geschlecht
King Charles Spaniel	H03	6,6kg	weiblich
Engl. Bulldogge	H20	23kg	weiblich
Franz. Bulldogge	H21	10kg	weiblich kastriert
Staff. Bullterrier	H34	26,5	männlich kastriert
Boxer	H39	23kg	weiblich kastriert
Boxer	H45	38kg	männlich kastriert
Border Terrier	H57	7,1kg	weiblich
Mops	H59	8,7kg	weiblich

Gruppe der brachycephalen Hunde nach Harvey (1982b)

<i>Rasse</i>	<i>Anzahl Hunde</i>	
Englische Bulldogge	25	
Boston Terrier	11	
Mops	11	
Pekingese	6	
Boxer	2	
Bull Mastiff	2	
Brusseler Griffon	2	
Shih Tzu	2	
<i>Total</i>	<i>61</i>	
<i>Problem</i>	<i>Anzahl Hunde</i>	<i>Prozent</i>
Normale Respiration	0	0
Atemgeräusch, sonst normal	1	1.6%
Atemgeräusch, Husten, Niesen, Schnorcheln	6	9.8%
Atemnot	33	54.1%
Atemnot, Kollaps und Zyanose	21	34.4%
Stenotische Nasenlöcher	31	51%
Verlängertes Gaumensegel	61	100%
Evertiert Tonsillen	4	7%
Evertierte Larynxtaschen	19	12%
Larynxkollaps	18	11%
Tracheastenose	17	28%
Tracheakollaps	4	7%

Lebenslauf

Name:	Marisa Isabelle Rosaspina
Geburtsdatum:	4.5.1975
Geburtsort:	Rüti ZH
Nationalität:	Schweizerin
Heimatort:	Sattel SZ
1982-1988	Primarschule Rapperswil
1988-1990	Sekundarschule Rapperswil
1990-1995	Kantonsschule Wattwil
1995	Mittelschulabschluss Maturität Typ E
1995-2001	Studium der Veterinärmedizin an der Universität Zürich, Schweiz
2001	Abschlussprüfung an der Universität Zürich, Schweiz
2002-2003	Internship in der Kleintierchirurgie des kantonalen Tierspitals Zürich
2004	Stellvertretung in der Kleintierpraxis Mühlebach in Zürich Stellvertretung in der Kleintierpraxis in Bonstetten